

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-037281

(43)Date of publication of application : 09.02.2001

(51)Int.Cl.

H02P 6/10
F04B 49/06
H02P 3/24
H02P 5/00
H02P 21/00
H02P 5/41
H02P 6/16
H02P 6/20
H02P 6/24

(21)Application number : 2000-141558

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 15.05.2000

(72)Inventor : MATSUI KEIZO
NARASAKI KAZUNARI
TAZAWA TORU
AZUMA MITSUhide

(30)Priority

Priority number : 11136723

Priority date : 18.05.1999

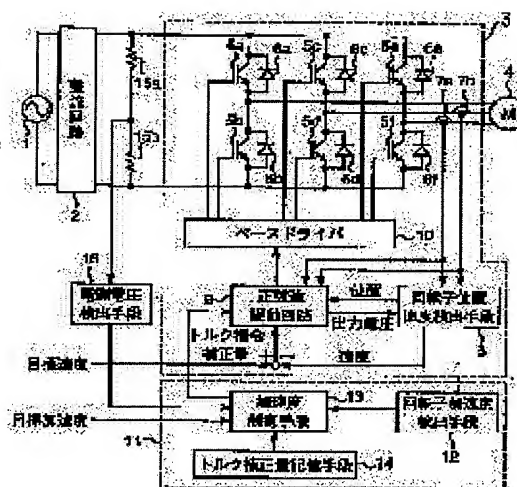
Priority country : JP

(54) MOTOR TORQUE CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce oscillation and a noise level by providing an inverter for supplying energization so that an electrical angle may be higher than 120 degrees and equal to 180 degrees or lower, and a torque control means for controlling the generated torque of a motor so as to meet torque generated by the motor and load torque generating a load factor.

SOLUTION: A torque control means 11 controls energization to a motor 4 so as to meet the rotational acceleration or the rotational speed of the rotor of a motor 4, and reduces a rotational pulse. The torque control means 11 controls the rotational acceleration of the rotor so as to become zero in order to control the pulse. The torque control means 11 difference the rotational speed using the rotor acceleration detecting means 12, and detects the rotational acceleration. An acceleration control means 13 outputs a torque command correction amount which bring the acceleration to zero, to an inverter 3.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An electric motor which drives a load factor, and an inverter which supplies alternating current power to said electric motor, In [have a torque control means which controls said inverter so that torque which said electric motor generates, and load torque which said load factor generates may be coincided, and] said inverter, A torque control device of an electric motor with which an energization angle for an ac output to said electric motor is 180 degrees or less more greatly than 120 degrees.

[Claim 2]A torque control device of an electric motor characterized by comprising the following. A rotator acceleration detecting means from which said torque control means detects roll acceleration of a rotator of said electric motor.

An acceleration control means to control either voltage given to said electric motor based on a deviation of roll acceleration and roll acceleration instructions which were detected, or current.

[Claim 3]While said acceleration control means corresponds for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor based on a deviation of roll acceleration and roll acceleration instructions which were detected, or current, A torque control device of the electric motor [provided with a torque command correction amount interpolation means which calculates a controlled variable corresponding to arbitrary rotary places with interpolation of a value of two or more of said controlled variable computing means] according to claim 2.

[Claim 4]A torque control device of an electric motor characterized by comprising the following. A rotor position speed detection means from which said torque control means detects revolving speed of a rotator of said electric motor.

A speed control means which controls either voltage given to said electric motor based on a deviation of revolving speed and a revolutionary speed command which were detected, or current.

[Claim 5]While said speed control means corresponds for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor based on a deviation of revolving speed and a revolutionary speed command which were detected, or current, A torque control device of the electric motor [provided with a torque command correction amount interpolation means which calculates a controlled variable corresponding to arbitrary rotary places with interpolation of a value of two or more of said controlled variable computing means] according to claim 4.

[Claim 6]A torque control device of an electric motor characterized by comprising the following. A speed difference detection means which detects a difference of revolving speed of a position which said torque control means faces to an angle of rotation of a rotator of said electric motor. A speed-difference control means which controls either voltage given to said electric motor based on detected speed difference, or current.

[Claim 7]While said speed-difference control means corresponds for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor based on detected speed difference, or current, A torque control device of the electric motor [provided with a torque command correction amount interpolation means which calculates a controlled variable corresponding to arbitrary rotary places with interpolation of a value of two or more of said controlled variable computing means] according to claim 6.

[Claim 8]A torque control device of an electric motor of any one statement of claim 1 thru/or claim 7 characterized by comprising the following.

A current point estimate presumed from a pressure value which said inverter is provided with two or more current sensors which detect current of said electric motor, and said inverter outputs, and weighted solidity of said electric motor.

A function which is provided with a rotor position estimation means which presumes a rotor magnetic pole position of said electric motor based on a deviation with a current value detected by said current sensor, and controls energization based on information on a presumed rotor magnetic pole position.

[Claim 9]A torque control device of the electric motor according to claim 2 or 3 characterized by comprising the following.

A current point estimate presumed from a pressure value which said rotator acceleration detecting means is provided with two or more current sensors which detect current of said electric motor, and said inverter outputs, and weighted solidity of said electric motor.

A function to presume roll acceleration of said electric motor based on a deviation with a current value detected by said current sensor.

[Claim 10]A torque control device of the electric motor according to claim 4 or 5 characterized by comprising the following.

A current point estimate presumed from a pressure value which said rotor position speed detection means is provided with two or more current sensors which detect current of said electric motor, and said inverter outputs, and weighted solidity of said electric motor.

A function to presume revolving speed of said electric motor based on a deviation with a current value detected by said current sensor.

[Claim 11]A torque control device of the electric motor according to claim 6 or 7 characterized by comprising the following.

A current point estimate presumed from a pressure value which said speed difference detection means is provided with two or more current sensors which detect current of said electric motor, and said inverter outputs, and weighted solidity of said electric motor.

A function to presume rotational speed difference of said electric motor based on a deviation with a current value detected by said current sensor.

[Claim 12]An electric motor which drives a load factor, and an inverter which supplies alternating current power to said electric motor, In a torque control device of an electric motor provided with a torque control means which controls said inverter to coincide torque which said electric motor generates, and load torque which said load factor generates, A rotator acceleration detecting means which detects roll acceleration of a rotator of said electric motor, Have an acceleration control means to control either voltage given to said electric motor based on a deviation of roll acceleration and roll acceleration instructions which were detected, or current, and said torque control means, Have a torque correction amount storage means which memorizes a torque command correction amount of said inverter in each angle of rotation under 1 rotation of said rotator, and at the time of starting of said electric motor. A torque control is performed by controlling either voltage given to said electric motor based on said torque command correction amount memorized by said torque correction amount storage means, or current, A torque control device of an electric motor with which said acceleration control means

performs a torque control after predetermined time using detected roll acceleration after starting.

[Claim 13]An electric motor which drives a load factor, and an inverter which supplies alternating current power to said electric motor, In a torque control device of an electric motor provided with a torque control means which controls generating torque of said electric motor to coincide torque which said electric motor generates, and load torque which said load factor generates, A rotor position speed detection means which detects revolving speed of a rotator of said electric motor, Have a speed control means which controls either voltage given to said electric motor based on a deviation of revolving speed and a revolutional speed command which were detected, or current, and said torque control means, Have a torque correction amount storage means which memorizes a torque command correction amount of said inverter in each angle of rotation under 1 rotation of said rotator, and at the time of starting of said electric motor. A torque control is performed by controlling either voltage given to said electric motor based on said torque command correction amount memorized by said torque correction amount storage means, or current, A torque control device of an electric motor with which said speed control means performs a torque control after predetermined time using detected revolving speed after starting.

[Claim 14]An electric motor which drives a load factor, and an inverter which supplies alternating current power to said electric motor, In a torque control device of an electric motor provided with a torque control means which controls generating torque of said electric motor to coincide torque which said electric motor generates, and load torque which said load factor generates, A speed difference detection means which detects a difference of revolving speed of a position which faces to an angle of rotation of a rotator of said electric motor, Have a speed-difference control means which controls either voltage given to said electric motor based on detected rotational speed difference, or current, and said torque control means, Have a torque correction amount storage means which memorizes a torque command correction amount of said inverter in each angle of rotation under 1 rotation of said rotator, and at the time of starting of said electric motor. A torque control is performed by controlling either voltage given to said electric motor based on said torque command correction amount memorized by said torque correction amount storage means, or current, A torque control device of an electric motor with which a speed-difference control means performs a torque control after predetermined time using detected rotational speed difference after starting.

[Claim 15]An electric motor which drives a load factor, and an inverter which supplies alternating current power to said electric motor, A torque control means which controls said inverter to coincide torque which said electric motor generates, and load torque which said load factor generates, A torque control device of an electric motor which controls torque stably when it has a source voltage detecting means which detects power supply voltage of a power supply input of said inverter and said torque control means applies amendment to output voltage of said inverter based on a value of detected power supply voltage.

[Claim 16]A torque control device of an electric motor characterized by comprising the following.
An electric motor which drives a load factor.

An inverter which supplies alternating current power to said electric motor.

Have a torque control means which controls said inverter so that torque which said electric motor generates, and load torque which said load factor generates may be coincided, and said torque control means, A function to reduce vibration at the time of a stop by stopping energization by a position of a rotator magnetic pole of this electric motor at the time of a stop of said electric motor.

[Claim 17]A torque control device of the electric motor according to claim 16 to which said torque control means changes a position of a rotator magnetic pole of said electric motor which stops energization at number of rotations of this electric motor before a stop.

[Claim 18]A torque control device of the electric motor according to claim 16 to which a position of a rotator magnetic pole of said electric motor with which said inverter stops energization is changed by torque of this electric motor before a stop.

[Claim 19] Said acceleration control means corresponded for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor, and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor based on a deviation of roll acceleration and roll acceleration instructions which were detected, or current, A torque control device of the electric motor according to claim 2 restricted so that, as for voltage or a current value which each controlled variable computing means outputs, below a predetermined value as which a difference with an output value of other controlled variable computing means which adjoin to an angle of rotation was determined beforehand may become.

[Claim 20] Said speed control means corresponded for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor, and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to an electric motor based on a deviation of revolving speed and a revolutionary speed command which were detected, or current, A torque control device of the electric motor according to claim 4 restricted so that, as for voltage or a current value which each controlled variable computing means outputs, below a predetermined value as which a difference with an output value of other controlled variable computing means which adjoin to an angle of rotation was determined beforehand may become.

[Claim 21] Said speed-difference control means corresponded for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor, and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor based on detected speed difference, or current, A torque control device of the electric motor according to claim 6 restricted so that, as for voltage or a current value which each controlled variable computing means outputs, below a predetermined value as which a difference with an output value of other controlled variable computing means which adjoin to an angle of rotation was determined beforehand may become.

[Claim 22] While said acceleration control means corresponds for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor based on a deviation of roll acceleration and roll acceleration instructions which were detected, or current, A torque control device of the electric motor [provided with a controlled-variable adjustment device which restricts voltage or a current value which each controlled variable computing means outputs within the limits of the predetermined minimum and the maximum] according to claim 2.

[Claim 23] While said speed control means corresponds for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor based on a deviation of revolving speed and a revolutionary speed command which were detected, or current, A torque control device of the electric motor [provided with a controlled-variable adjustment device which restricts voltage or a current value which each controlled variable computing means outputs within the limits of the predetermined minimum and the maximum] according to claim 4.

[Claim 24] While said speed-difference control means corresponds for every predetermined rotary place of a rotator of said electric motor and is provided with two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor based on detected speed difference, or current, A torque control device of the electric motor [provided with a controlled-variable adjustment device which restricts voltage or a current value which each controlled variable computing means outputs within the limits of the predetermined minimum and the maximum] according to claim 6.

[Claim 25] A torque control device of an electric motor of any one statement of claim 22 as which the range of the minimum of voltage which said controlled-variable adjustment device restricts, or a current value, and the maximum is determined with current capacity of said inverter thru/or claim 24.

[Claim 26] The range of the minimum of voltage which said controlled-variable adjustment device restricts, or a current value, and the maximum with a control regulating ratio. A torque control device of an electric motor of any one statement of claim 22 thru/or claim 24 by which adjustment restriction is carried out at a range which multiplied the range of the predetermined minimum or the maximum given beforehand by a control regulating ratio.

[Claim 27]A torque control device of the electric motor according to claim 26 which has the function to set up the range of the minimum or the maximum with a control regulating ratio to which a value of a controlled-variable regulating ratio was inputted into from the exterior, is equipped with a control regulating ratio input means which has a function outputted to said controlled-variable adjustment device, and said controlled-variable adjustment device was given.

[Claim 28]A torque control device of the electric motor according to claim 26 with which said control regulating ratio decreases that it is also at predetermined magnification when output voltage of said inverter reaches the maximum.

[Claim 29]A torque control device of the electric motor according to claim 26 with which said control regulating ratio decreases that a predetermined time variation is also when output voltage of said inverter reaches the maximum.

[Claim 30]A torque control device of the electric motor according to claim 28 or 29 with which it is increased by said control regulating ratio that a predetermined time variation is also when output voltage of said inverter becomes lower than the maximum.

[Claim 31]An electric motor which drives a load factor, and an inverter which supplies alternating current power to said electric motor, In a torque control device of an electric motor provided with a torque control means which controls generating torque of said electric motor to coincide torque which said electric motor generates, and load torque which said load factor generates, A torque control device of an electric motor which carries out a torque control above predetermined number of rotations.

[Claim 32]A torque control device of the electric motor according to claim 26 which decreases an effect of a torque control gradually by decreasing said control regulating ratio to time as it is also at a fixed rate in stopping a torque control of said torque control means.

[Claim 33]A torque control device of an electric motor characterized by comprising the following.
An electric motor which drives a load factor.

An inverter which supplies alternating current power to said electric motor.

In a torque control device of an electric motor provided with a torque control means which controls generating torque of said electric motor to coincide torque which said electric motor generates, and load torque which said load factor generates, A function for said inverter to hang stop torque by predetermined time and a brake output of said inverter at the time of a stop of said electric motor, and to reduce vibration at the time of a stop.

[Claim 34]A torque control device of the electric motor according to claim 33 which decides on time to have a current sensor which detects current of said electric motor, and for said torque control device hang stop torque by a brake output of said inverter according to the amount of change of a detected current value.

[Claim 35]A torque control device of the electric motor according to claim 34 which ends that said torque control device will hang stop torque by a brake output of said inverter if the amount of change of a detected current value becomes below a predetermined value.

[Claim 36]A torque control device of an electric motor of any one statement of claim 1 in which said electric motor is a brushless DC motor thru/or claim 35.

[Claim 37]A torque control device of an electric motor of any one statement of claim 1 whose load factor of said electric motor is a rotary compressor thru/or claim 35.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the torque control device of the electric motor which can operate a compressor, especially a compressor with a large change of load torque with low vibration and a low noise.

[0002]

[Description of the Prior Art]In recent years, in the air conditioner, the necessity of reducing power consumption from a viewpoint of earth environment protection is large. Generally in it, the air conditioner using the inverter which can drive the electric motor of a compressor on arbitrary frequency is widely used as one of the art of power saving.

[0003]However, when it was going to drive the rotary compressor of one piston with high efficiency of a compressor with an inverter, in especially the low rotational frequency region, vibration and noise increased and utilization was difficult. As shown in drawing 13, although the load torque added to a rotary compressor became the maximum to the timing which carries out the regurgitation of the refrigerant, it was sharply changed according to angle of rotation, and revolving speed rippled it greatly by that cause, and it had generated vibration and noise. The pulsation increases, so that number of rotations is low, and the amplitude of vibration by it also increases. Therefore, operation in a low rotational frequency region was difficult for especially the thing for which the rotary compressor of one piston is driven with an inverter, the capacity control range became narrow, and it became difficult to acquire power saving of an inverter and the effect of a low noise.

[0004]In order to solve these problems, for example as shown in JP,1-133585,A, The angle of 1 rotation of a rotary compressor was divided into plurality, the rotator acceleration detecting means detected the roll acceleration at a divided angle given [the], and low vibration-ization was realized by generating the current command given to an electric motor based on the deviation of roll acceleration instructions and roll acceleration, and performing a torque control. It has a torque pattern storage parts store which memorizes the pattern of the load per rotation of an electric motor as shown in JP,6-9439,B, Low vibration-ization was realized by calling data from said torque pattern storage parts store according to the angle of rotation of an electric motor, generating a current command from the called data, and performing a torque control.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In the torque control device of such a conventional electric motor, the method of driving an electric motor is a method which detects and drives the induced voltage of said electric motor, therefore was driven by energizing said electric motor 120 degrees by each three phase circuit and an electrical angle. Therefore, the noise which pulsation of the current generated when a torque control is performed is sharply changed every 60 degrees by an electrical angle, therefore originates in it, i.e., the noise of a cogging ingredient, was quite large.

[0006]Drawing 14 is a wave form chart showing an example of current when a torque control is carried out and it drives by the above-mentioned conventional method. Drawing 15 is a wave form chart showing an example of vibration of the circumferencial direction of the compressor at

that time. Current is sharply changed corresponding to pulsation of torque, and while flowing greatly in the timing of the regurgitation of a refrigerant, after the regurgitation hardly needs torque, but as shown in drawing 14 and drawing 15, it is changed so that current may hardly flow. Since commutation occurs every 60 degrees, change of the time of turn of tide of current is large. Therefore, vibration and noise which originate in it and are generated became very large, and there was a problem that the device for vibration proof and noise control was enlarged.

[0007]When a torque control is carried out with the conventional method and it drives, in order to take time to stabilize control, the problem that vibration and noise increased at the time of starting had occurred. Since the voltage of the power supply supplied to an inverter would be sharply changed if the size of driving load changes, it was difficult to change the output torque by an inverter and to stabilize control promptly.

[0008]In the case of the large load of a torque pulse like the rotary compressor of one piston, at the time of shutdown, depending on the timing of the stop, compressor rotation was changed sharply, therefore a compressor and the still bigger vibration to the whole air conditioner were given.

[0009]When torque was controlled and driven with the conventional method, the high order noise component went into detection speed, acceleration, and speed-difference information, and it had become what has the unstable output characteristics of a torque control. Since the output of a torque control cannot be adjusted, in order to always hang a torque control on full, current became great and operating efficiency was getting worse. Since the torque control was hung in all the operation fields, operating efficiency was getting worse also in the field with comparatively little high-speed vibration.

[0010]When it is made in order that this invention may solve the above-mentioned technical problem, and the compressor of an air conditioner is driven by a frequency variable and capability is controlled, Even if you operate an efficient compressor especially in a low rotational frequency region, let it be the purpose or the issue which should be solved to provide the torque control device of the electric motor which can make vibration and a noise level low.

[0011]

[Means for Solving the Problem]A torque control device of an electric motor this invention made in order to solve the above-mentioned technical problem is characterized by that comprises the following.

An electric motor which drives a load factor.

An inverter which is 180 degrees or less about an energization angle more greatly than 120 degrees, and supplies alternating current power to an electric motor.

A torque control means which controls generating torque of an electric motor to coincide torque which an electric motor generates, and load torque which a load factor generates.

[0012]A torque control device of the above-mentioned electric motor may be provided with an acceleration control means to control either voltage given to an electric motor based on a deviation of a rotator acceleration detecting means which detects roll acceleration of a rotator of an electric motor, and roll acceleration and roll acceleration instructions which were detected, or current.

[0013]A torque control device of the above-mentioned electric motor may be provided with a speed control means which controls either voltage given to an electric motor based on a deviation of a rotor position speed detection means which detects revolving speed of a rotator of an electric motor, and revolving speed and a revolutionary speed command which were detected, or current.

[0014]A torque control device of the above-mentioned electric motor may be provided with a speed difference detection means which detects a difference of revolving speed of a position which faces to an angle of rotation of a rotator of an electric motor, and a speed-difference control means which controls voltage or current given to an electric motor based on detected speed difference.

[0015]Even when driving load factors, such as a large compressor of a torque pulse, by these, rotation pulsation can be reduced, and it drives with a smooth current wave form near a sine

wave, and a low noise level can be realized.

[0016]In a torque control device of these electric motors, Roll acceleration, revolving speed, or speed difference from which an acceleration control means, a speed control means, or a speed-difference control means was detected, respectively, While corresponding for every predetermined rotary place of a rotator of an electric motor and having two or more controlled variable computing means which calculate either voltage given to said electric motor or current based on a deviation with these command values, It may have a torque command correction amount interpolation means which calculates a controlled variable corresponding to arbitrary rotary places with interpolation of a value of two or more controlled variable computing means.

[0017]When an inverter is provided with two or more current sensors which detect current of an electric motor as for a torque control device of these electric motors, A current point estimate presumed from a pressure value which an inverter outputs, and weighted solidity of an electric motor, It is preferred to have a function which is provided with a rotor position estimation means which presumes a rotor magnetic pole position of an electric motor based on a deviation with a current value detected by current sensor, and controls energization based on information on a presumed rotor magnetic pole position.

[0018]A torque control device of these electric motors, When a rotator acceleration detecting means, a rotor position speed detection means, or a speed difference detection means is provided with two or more current sensors which detect current of an electric motor, It is preferred to have a function to presume roll acceleration, revolving speed, or rotational speed difference of an electric motor based on a deviation of a current point estimate presumed from a pressure value which an inverter outputs, and weighted solidity of an electric motor, and a current value detected by current sensor.

[0019]This invention is provided with a torque correction amount storage means which memorizes a torque command correction amount of an inverter in each angle of rotation under 1 rotation of one rotator, and a torque control means at the time of starting of an electric motor. After starting by performing a torque control by controlling either voltage given to an electric motor based on a torque command correction amount memorized by torque correction amount storage means, or current, after predetermined time, A torque control device of an electric motor provided with an acceleration control means, a speed control means, or a speed-difference control means which performs a torque control using detected roll acceleration, revolving speed, or rotational speed difference is provided. Thereby, low vibration and a low noise stable from the time of starting are realizable.

[0020]This invention provides a torque control device of an electric motor provided with a torque control means which has a function which is provided with a source voltage detecting means which detects voltage of a power supply input of an inverter, and applies amendment to output voltage based on a value of detected power supply voltage. By this, even when a power supply is unstable, it is stabilized, and low vibration and a low noise can be realized.

[0021]At the time of a stop of an electric motor, this invention has the function to stop energization for a position of a rotator magnetic pole of an electric motor by a position, and provides a torque control device of an electric motor provided with an inverter further changed by number of rotations or torque before stopping the stop position. A torque control means changes a position of a rotator magnetic pole of said electric motor which stops energization at number of rotations of this electric motor before a stop. An inverter changes a position of a rotator magnetic pole of an electric motor which stops energization by torque of an electric motor before a stop.

[0022]Thereby, at the time of a stop of an electric motor, a low vibration at the time of a stop is realizable by stopping energization by a position of a rotator magnetic pole of an electric motor, and changing the stop position by number of rotations or torque before a stop further.

[0023]A torque control device of these electric motors may be provided with a torque control means restricted so that a difference with an output value of other controlled variable computing means which voltage or a current value to output adjoins to an angle of rotation may become below the predetermined value defined beforehand. Thereby, a stable torque control is realizable.

[0024]A torque control device of these electric motors may be provided with a torque control means which sets an upper and lower limit of the torque command as values, such as electric capacity of an inverter, to each of an acceleration control output in a torque control, a speed-control output, or a speed-difference control output. Thereby, protection of a device is realizable.

[0025]A torque control device of an electric motor may equip a range which the range of the minimum to which these torque commands are restricted, and the maximum multiplied by a control regulating ratio from the range of the minimum beforehand given with a given predetermined control regulating ratio, and the maximum with a controlled-variable adjustment device by which adjustment restriction is carried out. Thereby, a torque control which suited a required controlled variable by adjustment of a controlled variable is realized.

[0026]A torque control device of these electric motors may be provided with a control regulating ratio input means which inputs a control regulating ratio from the exterior. Thereby, a device with which a user can choose operation setting focused on energy saving is realized.

[0027]In a torque control device of these electric motors, when output voltage of an inverter reaches the maximum, a control regulating ratio may be changed. Thereby, disorder of a voltage waveform at the time of voltage saturation and an unstable drive are avoidable.

[0028]When output voltage of an inverter reaches the maximum, it may be made to change a control regulating ratio at a predetermined rate of a temporal change in a torque control device of these electric motors. Thereby, a change shock at the time of change of a control regulating ratio can be reduced.

[0029]It may be made to stop a torque control above predetermined number of rotations in a torque control device of these electric motors. Thereby, a torque control with high operating efficiency is realized.

[0030]A torque control device of these electric motors may have a function decreased as it is also at a fixed rate about a control regulating ratio at the time of a stop of a torque control. Thereby, a shock at the time of a torque control stop can be reduced.

[0031]After a torque control device of these electric motors suspends a rotational output of an electric motor at the time of a stop of an electric motor, it may be provided with an inverter which performs a brake output. Thereby, further low vibration at the time of a stop is realized.

[0032]A torque control device of these electric motors may have a function in which change of current determines time to perform a brake output at the time of an electric motor stop. Thereby, in the case of any loads, positive low vibration-ization is realized.

[0033]

[Embodiment of the Invention]In this invention, a torque control means reduces rotation pulsation by controlling the energization to an electric motor corresponding to the roll acceleration or revolving speed of a rotator of an electric motor. At this time, a torque control means controls the roll acceleration of said rotator to zero, in order to control pulsation.

[0034]In an embodiment, it has two current sensors which detect the phase current of an electric motor, and the rotor position speed detection means established in the inverter functions as a rotor speed detection means, and detects the position and revolving speed of said rotator from said two phase currents. In a torque control means, said revolving speed shall be differentiated by a rotator acceleration detecting means, roll acceleration shall be detected, and the torque command correction amount which makes acceleration zero by an acceleration control means shall be outputted to an inverter. The above-mentioned rotor position speed detection means detects the position and speed of a rotator based on the difference between the output current calculated from the output of an inverter, and the weighted solidity of an electric motor, and actual current. In order to reduce pulsation, it cannot be overemphasized that rotor speed may be controlled uniformly.

[0035]In this invention, the pulsation at the time of starting is controlled using the torque command correction amount which has a predetermined pattern considered that a torque control means is required to control the pulsation at the time of starting corresponding to the above-mentioned torque command correction amount not being obtained immediately after starting.

[0036]In the embodiment, the hold stores of the above-mentioned predetermined torque

command correction amount are beforehand carried out to the torque correction amount storage means, At the time of starting, the torque control of the torque command correction amount is read and carried out, after the predetermined time where the torque control was stabilized, it shall shift to the torque control by the roll acceleration or revolving speed actually detected, and pulsation shall be controlled.

[0037]In this invention, the torque control means shall cope with that a current change becomes large in order that the torque control in this invention may control pulsation, it is reflected in change of power supply voltage, and a torque control becomes uncertain, and shall amend a torque control by change of power supply voltage. According to an embodiment, a torque command shall be amended so that a source voltage detecting means may be established for power supply voltage, the detected power supply voltage may be inputted into a torque control means and the torque variation by change of power supply voltage may be offset.

[0038]In this invention, the torque control means is coping with that the stop position of an electric motor influences the counterrotation vibration at the time of a stop greatly, at the time of a stop of an electric motor, stops energization and controls vibration so that the stop position of the rotator magnetic pole of an electric motor may turn into a small position of the above-mentioned vibration. The above-mentioned counterrotation vibration copes with that it is dependent on the number of rotations before a stop, or the size of torque, and is controlled to change a stop position by the number of rotations or torque before a stop. Although it supposes in an embodiment that the size of the phase current detects the size of the torque before a stop, for example, it is not limited to this.

[0039]Hereafter, the concrete embodiment of this invention is described.

(Embodiment 1) It explains, referring to drawings for the torque control device of the electric motor concerning the embodiment of the invention 1 hereafter. Drawing 1 is a block diagram showing the composition of the torque control device of the electric motor concerning Embodiment 1. In drawing 1, the direct current voltage rectified by direct current in the rectification circuit 2 the input from AC power supply 1, Switching element 5a -5f in the inverter 3 and reflux diode 6a -6f are changed into the volts alternating current of a three phase circuit by the circuit which became a pair, and the compressor motor 4 which is a brushless DC motor by that cause drives.

[0040]In the inverter 3, the current of the compressor motor 4 detected by the current sensor 7a - 7b is used, Based on the information on the rotor magnetic pole position presumed by the rotor position speed detection means 8 which carries out presumed detection of the rotor magnetic pole position of the compressor motor 4, Outputting a drive signal for the sine-wave-driving circuit 9 to drive the compressor motor 4 to the base driver 10, the base driver 10 outputs the signal for driving switching element 5a -5f according to the drive signal. The speed of the rotator presumed using the current of the compressor motor 4 detected by the current sensor 7a - 7b by the rotor position speed detection means 8 which carries out presumed detection of the speed of the rotator of the compressor motor 4, From the information on a deviation with the target speed given from the outside, the sine-wave-driving circuit 9 is controlled so that rotor speed turns into target speed.

[0041]In the torque control means 11, the rotator acceleration detecting means 12 calculates rotator acceleration by differentiating the rotor speed which the rotor position speed detection means 8 outputs. While the acceleration control means 13 outputs the torque command for controlling from the rotator acceleration and target acceleration which were detected so that acceleration turns into target acceleration to the sine-wave-driving circuit 9, After outputting the correction amount of the torque command memorized by the torque correction amount storage means 14 at the time of starting to the sine-wave-driving circuit 9, after predetermined time, the torque command for considering it as target acceleration is outputted. Using the information on the power supply voltage which the source voltage detecting means 16 detected based on the signal by which the partial pressure was carried out by the partial pressure resistance 15a and the partial pressure resistance 15b, the acceleration control means 13 added amendment to the torque command, and has realized the stable torque control.

[0042]Next, operation of the rotor position speed detection means 8 is explained, referring to

drawings. Drawing 2 is a block diagram showing an example of the composition of the rotor position speed detection means 8, and operation. In drawing 2, the three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means 8a the current i_u and the current i_v which were detected by the current sensor 7a - 7b using the present rotor position estimation information θ by a formula (1). i_γ of current (t) of the direction of axis γ of direction of current i_δ (t) and magnetic flux of the direction of axis δ of the revolving magnetic field of the brushless DC motor of the current time t It changes.

[0043]

[Equation 1]

$$i_a = \sqrt{3/2} \times i_u$$

$$i_b = \sqrt{1/2} \times (i_u + 2 \times i_v) \quad \text{----- (1)}$$

$$\begin{bmatrix} i_\gamma \\ i_\delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta) \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \end{bmatrix}$$

[0044]the motor model current calculating means 8b -- a motor constant (R: -- resistance and L_d : d axis inductance.) L_q : q axis inductance, T_s : Using the information on control cycle and current i_δ , i_γ , the inverter output voltage of V_γ , V_δ , presumed speed ω_M , and the presumed reverse electromotive voltage e_M , by a formula (2) from the model formula of a brushless DC motor. Motor current i_M of the current time t in the control cycle T_s i_δ (t) and i_γ (t) are presumed.

[0045]

[Equation 2]

$$\begin{bmatrix} i_{\gamma M}(t) \\ i_{\delta M}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \frac{R}{L_d} T_s & \omega_M \frac{L_q}{L_d} T_s \\ -\omega_M \frac{L_d}{L_q} T_s & 1 - \frac{R}{L_q} T_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\gamma(t-1) \\ i_\delta(t-1) \end{bmatrix} + \frac{T_s}{L_d L_q} \begin{bmatrix} L_q V_\gamma(t-1) \\ L_d V_\delta(t-1) \end{bmatrix} + \frac{T_s}{L_d L_q} e_M \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{----- (2)}$$

[0046]Presumed motor current i_M (current error Δi (t) considered that the motor model error occurred owing to using t) and i_γ (t), and actually detected current i_δ (t) and i_γ (t) and Δi_γ (t) is called for by a formula (3).

[0047]

[Equation 3]

$$\begin{bmatrix} \Delta i_\gamma(t) \\ \Delta i_\delta(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_\gamma(t) \\ i_\delta(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} i_{\gamma M}(t) \\ i_{\delta M}(t) \end{bmatrix} \quad \text{----- (3)}$$

[0048]Since this current error originates in the presumed reverse electromotive voltage e_M , the estimated position θ , and presumed speed ω_M , if the information on this current error is used, it can correct the presumed reverse electromotive voltage e_M , the estimated position θ , and presumed speed ω_M to an exact value. The reverse electromotive voltage

estimation means 8c presumes the presumed reverse electromotive voltage e_M by a correction operation from current error Δi and gain G_e by a formula (4).

[0049]

[Equation 4]

$$e_M(t) = e_M(t-1) - G_e \Delta i_r(t) \quad (4)$$

[0050] The speed estimating means 8d presumes presumed speed ω_M with a formula (5) by the presumed reverse electromotive voltage e_M , the reverse electromotive voltage coefficient K_e , current error Δi , the control cycle T_s and speed average value ω_{MO} , and gain G_{θ} .

[0051]

[Equation 5]

$$\omega_M(t) = \frac{e_M(t)}{K_e} + \frac{G_{\theta}}{T_s} \cdot \text{sgn}(\omega_{MO}(t-1)) \cdot \Delta i_r(t) \quad (5)$$

[0052] The position estimation means 8e presumes the control cycle T_s and presumed speed ω_M to estimated position θ_M by a formula (6). The position and speed of a rotator are presumed by this operation.

[0053]

[Equation 6]

$$\theta_M(t) = \theta_M(t-1) + T_s \cdot \omega_M(t) \quad (6)$$

[0054] Next, it explains, referring to drawings for operation of the sine-wave-driving circuit 9 in this embodiment. Drawing 3 is a block diagram showing the composition and operation of one embodiment of the sine-wave-driving circuit 9. In drawing 3, the three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means 8a is first changed into current Δi and i_{γ} of current from the current i_u detected by the current sensor 7a - 7b and i_v by the formula (1) using the presumed rotor position θ .

[0055] From information on a deviation of the present speed and target speed, a torque command calculates by the speed control means 9a so that speed may be followed at target speed. To a torque command to which a torque command correction amount calculated by the torque control means 11 was added, by a deviation of present current Δi to the current Δi PI control means 9b, it asks for an output command by general PI control, and is considered as an output of $\Delta \theta$ shaft orientations. On the other hand, by a deviation of i_{γ} of the present current to the current γ PI control means 9c, it asks for an output command by general PI control, and is considered as an output of γ shaft orientations. From output V_{Δ} of a called-for 2-way, and V_{γ} , a formula (7) changes and asks using the position θ of a rotator by which the output voltage V_u of a three phase circuit, V_v , and V_w were presumed that an output wave serves as a sine wave by general 2 phase three-phase-circuit conversion method 9d.

[0056]

[Equation 7]

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{\gamma} \\ V_{\Delta} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2/3} & 0 \\ -\sqrt{1/6} & \sqrt{1/2} \\ -\sqrt{1/6} & -\sqrt{1/2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0057]The gating signal which determines six turning on and off of switching element 5a -5f for a three phase circuit calculates by the gating signal generating means 9f, and is outputted to the base driver 10 so that the power-supply-voltage compensation means 9e may perform amendment by power supply voltage and called-for 3-phase output voltage may be realized.

[0058]Next, operation of an example of the torque control means 11 in this embodiment is explained. Drawing 4 is a wave form chart showing an example of change of load torque to angle of rotation of the compressor motor 4, speed, detection speed, detection acceleration, and a torque command correction amount. As explained previously, load torque of a compressor, especially 1 piston rotary compressor is sharply changed with the angle of rotation. When there is such load torque change, speed of a rotator is changed as it will fall if load torque becomes large, and were shown in a figure and it increases, when load torque is conversely small. On the other hand, in the opposite form of load torque, when load torque is large, acceleration is changed as acceleration falls. Since vibration of a compressor wants to fall now, if load torque makes output torque by the inverter 3 the maximum in a required position and load torque reduces output torque by the inverter 3 in a low position conversely, torque will balance and vibration will be reduced.

[0059]Drawing 5 is a block diagram showing composition and operation of the torque control means 11 in this embodiment. Although what is necessary is just to reduce velocity turbulence since it is the purpose to reduce speed pulsation, in order to reduce velocity turbulence, it is clear that what is necessary is just to control torque to set an acceleration component to 0. Then, the rotator acceleration detecting means 12 calculates acceleration of a rotator by calculating change of the value first using speed obtained by the rotor position speed detection means 8. An acceleration difference is searched for from a deviation with the acceleration 0 which is a target. Since a torque pulse has a certain pattern to rotation of a rotator, it becomes controllable [which eliminated influence of a control delay] by changing control by the angular position of a rotator.

[0060]That is, if it does not control to a position of a rotator using acceleration corresponding to the position when controlling acceleration, controlling performance gets worse by control delay of acceleration control. Therefore, a position of a rotator is divided into two or more fields, and suppose that acceleration control is calculated for every field of the. An operation is based on the following formula (8).

[0061]

$$tr(n+1, i) = tr(n, i) - Ga \cdot a(i) \dots\dots\dots(8)$$

Here, it is $tr(n, i)$: inverter torque command (n: rotation eye, i: rotor position).

$a(i)$: Rotator acceleration (i: rotor position)

Ga : -- a control gain -- here, suppose that acceleration control is divided into N fields to the rotator angular position, and it calculates in the acceleration control #1 means 17 thru/or the acceleration control #N means 18. Since a actual rotator angle is continuation, a control output to the rotator angular position is outputted by the torque command correction amount interpolation means 19 as an interpolation value of N control outputs.

[0062]Drawing 6 is a characteristic figure showing operation of the torque command correction amount interpolation means 19. Although N control outputs under 1 rotation are called for by the acceleration control #1 means 17 thru/or the acceleration control #N means 18, since the rotator angular position is continuous quantity, a torque command correction amount to arbitrary positions is calculated by linear interpolation of N control outputs.

[0063]Although this embodiment explained an example of control of the torque control means 11 which used acceleration, even if it carries out control same about speed, it is clear that the same torque control effect is acquired.

[0064]A graph (1) and a graph (2) in drawing 7 are a wave form chart showing an example of a control result obtained by a torque control device of an electric motor of this invention. A graph (1) in drawing 7 shows an example of transition of the compressor acceleration of vibration when not carrying out a torque control, a torque command, motor current, and detection rotator acceleration. thus, torque finger Reiichi -- in having no torque control made into a law, rotator

acceleration is also changed in response to influence of pulsation of load torque of a compressor, and, thereby, vibration of a compressor is large. A graph (2) in drawing 7 shows an example of an experimental result at the time of carrying out a torque control. Thus, a vibration level is falling by operating a torque command according to detected rotator acceleration in a big place of load torque of a compressor by making a torque command of a motor output increase and reducing torque of a motor output in a small place of load torque.

[0065] Drawing 8 shows an experimental result of the maximum counterrotation speed to a rotation stop angle of 1 piston rotary compressor. The maximum counterrotation speed caused a shock at the time of a stop, and vibration at the time of a stop becomes large, so that this value is large. Vibration at the time of a stop is sharply changed with an angle which suspends rotation so that drawing 8 may show. If controllable [to a predetermined rotation stop angle] from this, it is possible to lessen a vibration level at the time of a stop. A relation between this rotation stop angle and the maximum counterrotation speed changes with compressor load at that time, and compressor number of rotations. That is, since it is in a tendency for energy of counterrotation to become large, the more the more compressor load becomes large, it is necessary to shift timing of rotation stops forward and backward corresponding to compressor load. Similarly, it is necessary to shift timing of rotation stops corresponding to change of compressor number of rotations. The sine-wave-driving circuit 9 in this embodiment presumes compressor load torque from current idelta, determines timing of rotation stops according to compressor load torque, determines a stop position that vibration becomes the minimum according to that operating environment, and suspends an output of the inverter 3.

[0066] Drawing 9 is a characteristic figure showing an example of transition of dc output voltage of the rectification circuit 2, i.e., power supply voltage to the inverter 3. When driving load like a compressor with an intense torque pulse, for example, 1 piston rotary compressor, with the inverter 3, When a torque control is especially performed like the torque control means 11 in this embodiment, Since it is [1 of compressor] under rotation and output torque by the inverter 3 is changed, output current will also be changed synchronizing with rotation, and in a case where the rectification circuit 2 of still more general composition is used, output voltage will also be rippled according to it. Therefore, as shown in this drawing 9, voltage is changed between the maximum V_{max} and the minimum V_{min} . In order to also influence output torque according to it, problems, like time until it is completed by torque control becomes long arise. By this embodiment, controlling performance is raised to it by applying amendment to output torque by the inverter 3 using a supply voltage value calculated by the source voltage detecting means 16.

[0067] That is, it controls like a flow chart shown in drawing 10. First, in Step S11, power supply voltage is detected by the source voltage detecting means 16. Next, in Step S12, the output voltage V_u of a three phase, V_v , and V_w calculate by 2 phase three-phase-circuit conversion method 9d in the sine-wave-driving circuit 9. And in Step S13, a duty factor of PWM is called for by the power-supply-voltage compensation means 9e from a ratio with the power supply voltage V_{in} , the output voltage V_u , V_v , and V_w . In Step S14, a gating signal according to a duty factor called for by the gating signal generating means 9f is outputted to the base driver 10.

[0068] Next, an improvement function of control starting performance of the torque control means 11 using the torque correction amount storage means 14 is explained. Drawing 11 is a characteristic figure showing load torque at the time of starting of a torque control, and steady operation, and an example of transition of a torque command correction amount. During steady operation, control was also stabilized, and a torque command correction amount was controlled to load torque, and it balances and is stable. However, since control has not been performed yet at the time of starting, a torque command correction amount is in a state, i.e., a state of the torque command correction amount 0, where control is not made, and its control is abortive, therefore a torque pulse is intense, and vibration at the time of starting becomes excessive.

[0069] Since it has the torque correction amount storage means 14 in this embodiment and control is made to it according to a torque command correction amount controlling performance is beforehand guaranteed to be mostly and which was memorized at the time of starting, vibration can be reduced from the starting time.

[0070] That is, like a flow chart shown in drawing 12, when startup instructions are checked at

Step S21, in Step S22, a torque command correction amount is first loaded from the torque correction amount storage means 14. Next, if fixed time until control calculation is stabilized in Step S24 passes in Step S23 after an operation of acceleration control is started by the acceleration control means 13, In Step S25, the operation output of the torque command is carried out based on an output of acceleration control called for by the acceleration control means 13. By the above procedure, torque controlling performance is raised also at the time of starting.

[0071](Embodiment 2) The embodiment of the invention 2 is described hereafter. Drawing 16 is a block lineblock diagram of a torque control device of an electric motor concerning the embodiment of the invention 2. In order to avoid duplication of explanation, in drawing 16, the same number as drawing 1 gives drawing 1 (embodiment 1) and a common component, and the explanation is omitted.

[0072]According to Embodiment 2, the rotor speed difference detection means 20 established in the torque control means 11 calculates a rotor speed difference from rotor speed information and rotor position information which are outputted from the rotor position speed detection means 8. And in the speed-difference control means 21, from a value of a rotor speed difference detected by the rotor speed difference detection means 20, a torque command value for controlling so that speed difference is set to 0 is calculated, and this is outputted to the sine-wave-driving circuit 9.

[0073]The control regulating ratio input means 22 outputs a control regulating ratio inputted from the exterior to the speed-difference control means 21. And a torque control applies the speed-difference control means 21 with an inputted control regulating ratio, and it adjusts condition.

[0074]Next, a principle of operation of the rotor speed difference detection means 20 in a torque control device of an electric motor concerning this invention and the speed-difference control means 21 is explained. Drawing 17 is a key map showing an example of operation of rotor speed difference control. The rotor speed difference detection means 20 asks for the mean velocity 1 and the mean velocity 2 of the two 90-degree sections in a position which a rotator faces mutually using speed information detected by the rotor position speed detection means 8. Since rotation of a rotator has change and vibration will have occurred by that cause, when such speed has a difference, in order to reduce the speed difference, speed-difference information is fed back and a current command value is adjusted. A method of adjustment is calculated by the following formula (9) like an adjustment type of acceleration control shown in the aforementioned example.

[0075]

$$tr(n+1, i) = tr(n, i) - Ga \cdot d(i-m) \dots\dots (9)$$

tr (n, i): Inverter torque command (n:rotation eye, i: rotor position)

d(i): Rotor speed difference (i: a rotor position, m:controlled-variable injection point)

Ga: -- a control gain -- here, the point m which feeds back rotor speed difference information considers a transfer characteristic from a torque command to speed, and sets it as a position of about 90 degrees ago from middle of a speed equalization field of the section 90 degrees.

[0076]Drawing 18 is a block lineblock diagram showing control management of the rotor speed difference detection means 20 and the speed-difference control means 21. Here, speed-difference control is divided into N fields to the rotator angular position, and it calculates in the speed-difference control #1 means 23 - the speed-difference control #N means 24. After a controlled variable is adjusted with the controlled-variable adjustment device 25 by controlled-variable regulating ratio of control as which it applies and condition is expressed, a control output to the angular position of a rotator is outputted by the torque command correction amount interpolation means 19 as an interpolation value of N control outputs.

[0077]Drawing 19 is a figure showing a principle of data smoothing for control stabilization in the speed-difference control means 21. Voltage or a current value which each speed-difference control means divided into N fields to a rotation angle position of a rotator outputs is restricted so that a difference with an output value of other speed-difference control means which adjoin to an angle of rotation may become below the predetermined value defined beforehand. The

distribution characteristic of a torque command value in case there is no such data smoothing is expressed with a graph (2) in drawing 19. The characteristic at the time of performing data smoothing is expressed with a graph (1) in drawing 19. Control is not stabilized by a noise local when a passage clear from drawing 19 does not restrict adjoining output difference etc., but control is stabilized when it restricts.

[0078]Drawing 20 is a figure showing a principle of controlled-variable adjustment of the controlled-variable adjustment device 25 in the speed-difference control means 21. Voltage or a current value which each speed-difference control means divided into N fields to a rotation angle position of a rotator outputs is added with an average torque command obtained by a difference of target speed and speed, and is changed into an output for driving the motor 4 by the sine-wave-driving circuit 9 as a torque command. The output value is restricted so that it may enter within the limits of the minimum and the maximum. The maximum is set up not exceed switching element 5a -5f current capacity in the inverter 3. Usually, at the time of operation, a torque command correction amount is adjusted so that a torque command value may enter within the limits of this minimum and the maximum.

[0079]The control effect is adjusted with a control regulating ratio to reduce an effect of a torque control when the mode of operation of a device was changed, or when output voltage of an inverter reaches the maximum. As shown in a graph (2) in drawing 20, when a control regulating ratio is given, the range of a torque command is restricted to a narrow range. The range of the torque command will become like the following formula (10), if m_t and a torque command maximum are set to max_t and it sets a control regulating ratio to t_{dec} for an average torque command.

[0080]

$[m_t - \min[m_t x t_{dec}, x(max_t - m_t) t_{dec}]$

$m_t + \min[m_t x t_{dec} \text{ and } x(max_t - m_t) t_{dec}]]$

.....(10)

Here, $\min[]$ expresses selection of a value of little way. That is, a torque command range adjusts charge condition of a torque control by changing the range of fluctuation of a torque command by a control regulating ratio under conditions included in a range decided by switching element 5a -5f, realizing an average torque command. As shown in a graph (1) in drawing 20, when a control regulating ratio is not set up, the range of a torque command will spread dramatically.

[0081]Drawing 21 is an example of the control regulating ratio input means 22 as a device for a resident to change the mode of operation of the air conditioner, when a torque control device is a device which drives a compressor of an air conditioner. A resident is comfortable in the mode of operation of an air conditioner, or case [with emphasis on *****], a control regulating ratio is decreased according to the input value, and how for a torque control to start by that cause decreases within the limits of allowable vibration. Thereby, although vibration of an exterior unit increases a little, since it is tolerance level within the limits, it is satisfactory. Since the range of a torque command of a torque control becomes narrow then, current variation decreases and it becomes energy saving. On the contrary, it is the reverse when it is considered as comfortable mode.

[0082]Drawing 22 is a figure showing operation of the speed-difference control means 21 when output voltage of the inverter 3 reaches the maximum. When load of the compressor motor 4 increases, inverter output voltage reaches a peak price and it is driving by wide angle energization near a sine wave or it, a voltage waveform is confused and it has influence of a drive becoming unstable etc. Therefore, making inverter output voltage great needs to restrict to a predetermined range desirably. On the other hand, when carrying out a torque control, in order to apply torque correction, inverter output voltage is changed and it becomes easy to reach the maximum.

[0083]Therefore, when inverter output voltage reaches the maximum, it can stop that adjust effectiveness condition of a torque control with a control regulating ratio, and inverter output voltage becomes excessive first. When inverter output voltage reaches the maximum, this control regulating ratio is reduced by a fixed hour rate, and, thereby, inverter output voltage is reduced. Since a torque control can be further applied when inverter output voltage declines, a

control regulating ratio is made to increase. Thus, a measure against voltage saturation at the time of a torque control is realized.

[0084]In the case of a torque control device which drives a compressor of an air conditioner, there is a tendency for vibration to increase on the characteristic of a compressor as a low rotational frequency. In order to reduce the vibration, it is necessary to carry out a torque control but, and since a torque control is accompanied by change of current, it will reduce operating efficiency. Therefore, when tolerance level has vibration, there is a merit by an effect of energy saving of a direction which stopped a torque control.

[0085]Drawing 23 is the figure which expressed about an execution system of a torque control in a torque control device. In order to reduce vibration, a torque control is carried out, and in consideration of energy-saving nature, a torque control is carried out by more than it below at predetermined change number of rotations, for example, 50r.p.s.

[0086]Next, processing at the time of an end of a torque control is explained. Since vibration of an electric motor increases rapidly when a torque control is intercepted suddenly, a shock occurs. In order to avoid it, it is necessary to reduce an effect of a torque control gradually. Drawing 24 is the figure which expressed about a smooth stop method of a torque control. Usually, at the time of operation, a torque command is controlled to fall within a range of an upper and lower limit value specified with switching element 5a -5f current capacity, as explained previously. After stop instruction of a torque control occurs, by decreasing a control regulating ratio at a fixed rate to time, in the controlled-variable adjustment device 25, the range of a value of a torque command is narrowed gradually, and an effect of a torque control decreases gradually. If time furthermore passes and a control regulating ratio is set to 0, an effect of a torque control will be lost and it will become the inverter operation of a fixed output by an average torque command.

[0087]Next, a way method of a vibration reducing method at the time of an end of a torque control is explained. As explained above, at the time of rotation stops of 1 piston rotary compressor, vibration becomes large. On the other hand, although it controlled to a predetermined rotation stop angle and a method which lessens a vibration level at the time of a stop was described, vibration can be further reduced by performing a brake output at the time of a stop.

[0088]Drawing 25 is a figure showing an example of a motion of a rotor at the time of a stop. Although rotated with a current wave form of sine wave shape at the time of operation, energization for rotation is stopped with a stop. as opposed to it, simultaneously an electric motor -- fixed voltage -- in addition, it is hung on a brake by sending a direct current. By a brake, vibration at the time of a stop is reduced quickly, and ends a stop brake after oscillating reduction.

[0089]Drawing 26 is a figure showing an example of current wave type at the time of a stop. Stop brakes are applied with rotation stops. On the other hand, current is changed by an oscillating current ingredient generated by fixed current and vibration of a rotor by a brake. When the change becomes below a fixed value, it judges that vibration was settled and a stop brake is ended. Thereby, a basis of any loads can reduce compressor vibration effectively.

[0090]Although an above embodiment explained a case where the current sensors 7a-7b were formed into the inverter 3, it cannot be overemphasized that it is good also as that with which the rotator acceleration detecting means 12 could be equipped with, and the rotor position speed detection means 8 was equipped.

[0091]Even if it realizes the above inverter 3 and torque control means 11 in an embodiment in a hard circuit for exclusive use, it cannot be overemphasized that it may realize by software using a microcomputer.

[0092]

[Effect of the Invention]Even when driving load factors, such as a large compressor of a torque pulse, as mentioned above according to the torque control device of the electric motor of this invention, When the roll acceleration or revolving speed of a rotator of an electric motor is detected and this controls acceleration or speed, while reducing rotation pulsation, By an electrical angle, it is 180 degrees or less more greatly than 120 degrees, energization is carried

out, and a low noise level is also realized with the smooth current wave form near a sine wave.
[0093]The stable torque control is realized with a low noise level with the smooth current wave form near a sine wave by controlling the difference of the revolving speed of the position which faces to the angle of rotation of the rotator of an electric motor.

[0094]When a torque control means controls either the voltage given to an electric motor based on the torque command correction amount memorized by the torque correction amount storage means at the time of starting, or current, the low vibration stable from the time of starting and a low noise are realized.

[0095]It is stabilized even when a torque control means has an unstable power supply by applying amendment to output voltage based on the value of the voltage of the power supply input of the inverter detected by the source voltage detecting means, and low vibration and a low noise are realized.

[0096]In addition, at the time of a stop of an electric motor, energization is stopped by the position of the rotator magnetic pole of an electric motor, and low vibration at the time of a stop is further realized by changing the stop position by the number of rotations or torque before a stop.

[0097]A torque control action is stabilized by giving restriction to the difference of the adjoining torque command to each of the acceleration control output in a torque control, a speed-control output, or a speed-difference control output.

[0098]Protection of a device is realized to the acceleration control output in a torque control, a speed-control output, a speed-difference control output, and each by setting the upper and lower limit of the torque command as values, such as electric capacity of an inverter.

[0099]Adjustment of the control effect of a torque control is attained by carrying out adjustment restriction of the torque command in a torque control at the range which applied the control regulating ratio from the range of the predetermined minimum given beforehand and the maximum.

[0100]In addition, the device with which a user can choose the operation setting focused on energy saving is realized by inputting a control regulating ratio from the exterior by a control regulating ratio input means. When the output voltage of an inverter reaches the maximum, disorder of the voltage waveform at the time of voltage saturation and an unstable drive can be avoided by changing a control regulating ratio. The change shock at the time of change of a control regulating ratio is reduced by changing a control regulating ratio at the predetermined rate of a temporal change.

[0101]By stopping the torque control in the comparatively low high speed area of vibration, a torque control with high operating efficiency is realized. At the time of the stop of a torque control, the shock at the time of a torque control stop is reduced by making it decrease that it is also at a fixed rate about a control regulating ratio.

[0102]After suspending the rotational output of an electric motor at the time of a stop of an electric motor, the further low vibration at the time of a stop and a quick stop are realized by performing a brake output. In the case of any loads, positive low vibration-ization is realized by deciding on time to perform the brake output at the time of an electric motor stop by change of current.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a block diagram showing the composition of the torque control device of the electric motor concerning the embodiment of the invention 1.

[Drawing 2]It is a block diagram showing the composition and operation of a rotor position speed detection means in Embodiment 1.

[Drawing 3]It is a block diagram showing the composition and operation of a sine-wave-driving circuit in Embodiment 1.

[Drawing 4]It is a figure showing an example of change of the load torque to angle of rotation of the compressor motor in Embodiment 1, speed, detection speed, detection acceleration, and a torque command correction amount.

[Drawing 5]It is a block diagram showing the composition and operation of the torque control means which can be set in Embodiment 1.

[Drawing 6]It is a characteristic figure showing operation of the torque command correction amount interpolation means in Embodiment 1.

[Drawing 7]It is a characteristic figure showing an example of the control result obtained by Embodiment 1.

[Drawing 8]It is a characteristic figure showing an example of the experimental result of the maximum counterrotation speed to the rotation stop angle of the rotary compressor of one piston.

[Drawing 9]It is a characteristic figure showing an example of transition of the dc output voltage of a rectification circuit.

[Drawing 10]It is a flow chart which shows the power-supply-voltage correcting method in Embodiment 1.

[Drawing 11]It is a characteristic figure showing the load torque at the time of starting of a torque control, and steady operation, and an example of transition of a torque command correction amount.

[Drawing 12]It is a flow chart which shows operation of the control starting performance option of a torque control means using the torque correction amount storage means in Embodiment 1.

[Drawing 13]It is a characteristic figure showing an example of load torque change of the conventional rotary compressor.

[Drawing 14]It is a wave form chart showing an example of the current at the time of the torque control drive in the conventional torque control device.

[Drawing 15]It is a wave form chart showing an example of vibration of the circumferential direction of the compressor at the time of the torque control drive in the conventional torque control device.

[Drawing 16]It is a block lineblock diagram of the torque control device of the electric motor concerning the embodiment of the invention 2.

[Drawing 17]It is a key map showing operation of the rotor speed difference control in Embodiment 2.

[Drawing 18]It is a block lineblock diagram showing the control management of the rotor speed difference detection means in Embodiment 2, and a speed-difference control means.

[Drawing 19]It is a figure showing the principle of data smoothing for the control stabilization in the speed-difference control means in Embodiment 2.

[Drawing 20]It is a figure showing the principle of controlled-variable adjustment of the controlled-variable adjustment device in the speed-difference control means in Embodiment 2.

[Drawing 21]It is an example of a control regulating ratio input means for a resident to change the mode of operation of an air conditioner.

[Drawing 22]It is a figure showing operation of a speed-difference control means when the output voltage of an inverter reaches the maximum.

[Drawing 23]It is the figure which expressed about the execution system of the torque control in a torque control device.

[Drawing 24]It is the figure which expressed about the smooth stop method of the torque control.

[Drawing 25]It is a figure showing an example of a motion of the rotor at the time of a stop.

[Drawing 26]It is a figure showing an example of the current wave type at the time of a stop.

[Description of Notations]

1 AC power supply and 2 A rectification circuit and 3 An inverter, 4 compressor motors (electric motor), 5a-5f switching element, a 6a-6f reflux diode, and 7 Base driver, 7a - 7b current sensor, 8 rotor-position speed detection means (rotor speed detection means), 8a A three-phase-circuit 2 phase-number-conversion means and 8b A motor model current calculating means and 8c Reverse electromotive voltage estimation means, 8 d A speed estimating means and 8e A position estimation means, 9 sine-wave-driving circuits, and 9a Speed control means, 9b A current delta PI control means and 9c A current gamma PI control means and a 9d 2 phase three-phase-circuit conversion method, 9e power-supply-voltage compensation means, 9f gating signal generating means, and 10 Base driver, 11 A torque control means and 12 A rotator acceleration detecting means and 13 Acceleration control means, 14 A torque correction amount storage means, 15a, 15b partial pressure resistance, and 16 source voltage detecting means, 17 Acceleration control #1 means (controlled variable computing means), an 18 acceleration-control #N means (controlled variable computing means), 19 torque-command correction amount interpolation means, and 20 A rotor speed difference detection means and 21 A speed-difference control means and 22 Control regulating ratio input means.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-37281

(P2001-37281A)

(43) 公開日 平成13年2月9日(2001.2.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード [*] (参考)
H 0 2 P 6/10		H 0 2 P 6/02	3 4 1 G
F 0 4 B 49/06	3 4 1	F 0 4 B 49/06	3 4 1 G
H 0 2 P 3/24		H 0 2 P 3/24	D
5/00		5/00	P
			X

審査請求 未請求 請求項の数37 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-141558(P2000-141558)

(22) 出願日 平成12年5月15日(2000.5.15)

(31) 優先権主張番号 特願平11-136723

(32) 優先日 平成11年5月18日(1999.5.18)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 松井 敬三

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 橋崎 和成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外1名)

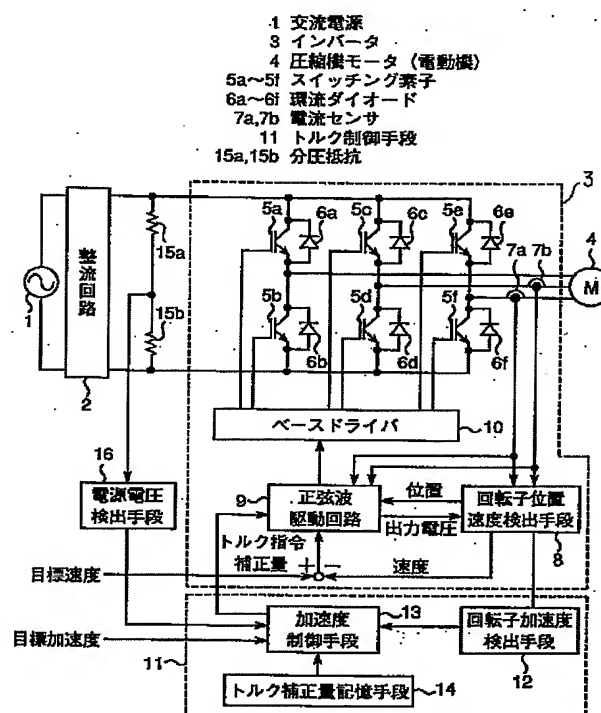
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機のトルク制御装置

(57) 【要約】

【課題】 高効率の圧縮機を、特にその低回転領域で運転しても、低い振動および騒音レベルを実現するインバータ駆動装置を提供すること。

【解決手段】 電動機と、電動機に交流電力を通電角度が120度より大、180度以下で供給するインバータと、電動機の発生するトルクと負荷要素の発生する負荷トルクとを一致させるべく電動機の発生トルクと制御するトルク制御手段を備える。これにより、トルク脈動の大きい圧縮機等の負荷を駆動する場合でも、回転脈動を低減させるとともに、正弦波に近い滑らかな電流波形により低い騒音レベルも実現するものである。また、制御量調整手段により、トルク制御の効果を調整できる。さらに、トルク補正量記憶手段により起動時の低い振動を、また電動機の停止時には、電動機の回転子磁極の所定の位置で通電を停止し、ブレーキを掛ける機能を有したインバータにより停止時の低振動を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 負荷要素を駆動する電動機と、前記電動機に交流電力を供給するインバータと、前記電動機が発生するトルクと前記負荷要素が発生する負荷トルクとを一致させるように前記インバータを制御するトルク制御手段とを備えていて、

前記インバータにおいては、前記電動機への交流出力のための通電角度が 120 度より大きく 180 度以下となっている電動機のトルク制御装置。

【請求項 2】 前記トルク制御手段は、前記電動機の回転子の回転加速度を検出する回転子加速度検出手段と、検出された回転加速度と回転加速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御する加速度制御手段とを備えている請求項 1 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 3】 前記加速度制御手段は、検出された回転加速度と回転加速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えるとともに、任意の回転位置に対応する制御量を前記複数個の制御量演算手段の値の補間により求めるトルク指令補正量補間手段を備えている請求項 2 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 4】 前記トルク制御手段は、前記電動機の回転子の回転速度を検出する回転子位置速度検出手段と、検出された回転速度と回転速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御する速度制御手段とを備えている請求項 1 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 5】 前記速度制御手段は、検出された回転速度と回転速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えるとともに、任意の回転位置に対応する制御量を前記複数個の制御量演算手段の値の補間により求めるトルク指令補正量補間手段を備えている請求項 4 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 6】 前記トルク制御手段は、前記電動機の回転子の回転角に対して相対する位置の回転速度の差を検出する速度差検出手段と、検出された速度差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御する速度差制御手段とを備えている請求項 1 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 7】 前記速度差制御手段は、検出された速度差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えるとともに、任意の回転位置に対応する制御量を前記複数個の制御量演算手段の値の補間により求めるトルク指令補正量補間手段を備えている請求項 6 に記載の電動機のトルク制御

装置。

【請求項 8】 前記インバータは、前記電動機の電流を検出する電流センサを 2 個以上備えていて、前記インバータが出力する電圧値と前記電動機の特性値とから推定される電流推定値と、前記電流センサにより検出された電流値との偏差に基づいて前記電動機の回転子磁極位置を推定する回転子位置推定手段を備え、かつ推定された回転子磁極位置の情報に基づいて通電を制御する機能を備えている請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 つに記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 9】 前記回転子加速度検出手段は、前記電動機の電流を検出する電流センサを 2 個以上備えていて、前記インバータが出力する電圧値と前記電動機の特性値とから推定される電流推定値と、前記電流センサにより検出された電流値との偏差に基づいて前記電動機の回転加速度を推定する機能を備えている請求項 2 または請求項 3 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 10】 前記回転子位置速度検出手段は、前記電動機の電流を検出する電流センサを 2 個以上備えていて、

前記インバータが出力する電圧値と前記電動機の特性値とから推定される電流推定値と、前記電流センサにより検出された電流値との偏差に基づいて前記電動機の回転速度を推定する機能を備えている請求項 4 または請求項 5 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 11】 前記速度差検出手段は、前記電動機の電流を検出する電流センサを 2 個以上備えていて、前記インバータが出力する電圧値と前記電動機の特性値とから推定される電流推定値と、前記電流センサにより検出された電流値との偏差に基づいて前記電動機の回転速度差を推定する機能を備えている請求項 6 または請求項 7 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 12】 負荷要素を駆動する電動機と、前記電動機に交流電力を供給するインバータと、前記電動機が発生するトルクと前記負荷要素の発生する負荷トルクとを一致させるように前記インバータを制御するトルク制御手段とを備えている電動機のトルク制御装置において、

前記電動機の回転子の回転加速度を検出する回転子加速度検出手段と、検出された回転加速度と回転加速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御する加速度制御手段とを備えていて、前記トルク制御手段は、前記回転子の 1 回転中の各回転角度における前記インバータのトルク指令補正量を記憶するトルク補正量記憶手段を備え、前記電動機の起動時には、前記トルク補正量記憶手段に記憶された前記トルク指令補正量に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御することによりトルク制御を行い、起動してから所定時間後には、検出された回転加速度を用いて前記加速度制御手段がトルク制御を行うよう

になっている電動機のトルク制御装置。

【請求項 13】 負荷要素を駆動する電動機と、前記電動機に交流電力を供給するインバータと、前記電動機が発生するトルクと前記負荷要素が発生する負荷トルクとを一致させるように前記電動機が発生トルクを制御するトルク制御手段とを備えている電動機のトルク制御装置において、

前記電動機の回転子の回転速度を検出する回転子位置速度検出手段と、検出された回転速度と回転速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御する速度制御手段とを備えていて、

前記トルク制御手段は、前記回転子の 1 回転中の各回転角度における前記インバータのトルク指令補正量を記憶するトルク補正量記憶手段を備え、前記電動機の起動時には、前記トルク補正量記憶手段に記憶された前記トルク指令補正量に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御することによりトルク制御を行い、起動してから所定時間後には、検出された回転速度を用いて前記速度制御手段がトルク制御を行うようになっている電動機のトルク制御装置。

【請求項 14】 負荷要素を駆動する電動機と、前記電動機に交流電力を供給するインバータと、前記電動機が発生するトルクと前記負荷要素が発生する負荷トルクとを一致させるように前記電動機が発生トルクを制御するトルク制御手段とを備えている電動機のトルク制御装置において、

前記電動機の回転子の回転角に対して相対する位置の回転速度の差を検出する速度差検出手段と、検出された回転速度差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御する速度差制御手段とを備えていて、前記トルク制御手段は、前記回転子の 1 回転中の各回転角度における前記インバータのトルク指令補正量を記憶するトルク補正量記憶手段を備え、前記電動機の起動時には、前記トルク補正量記憶手段に記憶された前記トルク指令補正量に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御することによりトルク制御を行い、起動してから所定時間後には、検出された回転速度差を用いて速度差制御手段がトルク制御を行うようになっている電動機のトルク制御装置。

【請求項 15】 負荷要素を駆動する電動機と、前記電動機に交流電力を供給するインバータと、前記電動機が発生するトルクと前記負荷要素が発生する負荷トルクとを一致させるように前記インバータを制御するトルク制御手段と、前記インバータの電源入力電源電圧を検出する電源電圧検出手段とを備えていて、

前記トルク制御手段は、検出された電源電圧の値に基づいて前記インバータの出力電圧に補正をかけることにより、トルクを安定に制御するようになっている電動機のトルク制御装置。

【請求項 16】 負荷要素を駆動する電動機と、前記電

動機に交流電力を供給するインバータと、前記電動機が発生するトルクと前記負荷要素が発生する負荷トルクとを一致させるように前記インバータを制御するトルク制御手段とを備えていて、

前記トルク制御手段は、前記電動機の停止時には、該電動機の回転子磁極の所定の位置で通電を停止することにより停止時の振動を低減する機能を備えている電動機のトルク制御装置。

【請求項 17】 前記トルク制御手段は、通電を停止する前記電動機の回転子磁極の位置を、停止前の該電動機の回転数により変化させるようになっている請求項 16 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 18】 前記インバータは、通電を停止する前記電動機の回転子磁極の位置を、停止前の該電動機のトルクにより変化させるようになっている請求項 16 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 19】 前記加速度制御手段は、検出された回転加速度と回転加速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えていて、

各制御量演算手段の出力する電圧または電流値は、回転角に対して隣接する他の制御量演算手段の出力値との差があらかじめ定められた所定の値以下となるように制限されるようになっている請求項 2 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 20】 前記速度制御手段は、検出された回転速度と回転速度指令との偏差に基づいて電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えていて、

各制御量演算手段の出力する電圧または電流値は、回転角に対して隣接する他の制御量演算手段の出力値との差があらかじめ定められた所定の値以下となるように制限されるようになっている請求項 4 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 21】 前記速度差制御手段は、検出された速度差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えていて、各制御量演算手段の出力する電圧または電流値は、回転角に対して隣接する他の制御量演算手段の出力値との差があらかじめ定められた所定の値以下となるように制限されるようになっている請求項 6 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 22】 前記加速度制御手段は、検出された回転加速度と回転加速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えたとともに、各制御量演算手段の出

力する電圧または電流値を、所定の最小値および最大値の範囲内に制限する制御量調整手段を備えている請求項 2 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 2 3】 前記速度制御手段は、検出された回転速度と回転速度指令との偏差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えるとともに、各制御量演算手段の出力する電圧または電流値を、所定の最小値および最大値の範囲内に制限する制御量調整手段を備えている請求項 4 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 2 4】 前記速度差制御手段は、検出された速度差に基づいて前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を前記電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えるとともに、各制御量演算手段の出力する電圧または電流値を、所定の最小値および最大値の範囲内に制限する制御量調整手段を備えている請求項 6 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 2 5】 前記制御量調整手段の制限する電圧または電流値の最小値および最大値の範囲が、前記インバータの電流容量により決定されるようになっている請求項 2 2 ないし請求項 2 4 のいずれか 1 つに記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 2 6】 前記制御量調整手段の制限する電圧または電流値の最小値および最大値の範囲が、制御調整率により、あらかじめ与えられた所定の最小値または最大値の範囲に制御調整率を掛けた範囲に調整制限されるようになっている請求項 2 2 ないし請求項 2 4 のいずれか 1 つに記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 2 7】 外部より制御量調整率の値を入力し、前記制御量調整手段に出力する機能を有する制御調整率入力手段を備えていて、前記制御量調整手段は、与えられた制御調整率により最小値または最大値の範囲を設定する機能を有する請求項 2 6 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 2 8】 前記制御調整率は、前記インバータの出力電圧が最大値に達した場合、所定の倍率をもって減少されるようになっている請求項 2 6 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 2 9】 前記制御調整率は、前記インバータの出力電圧が最大値に達した場合、所定の時間変化量をもって減少されるようになっている請求項 2 6 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 3 0】 前記制御調整率は、前記インバータの出力電圧が最大値より低くなった場合、所定の時間変化量をもって増加されるようになっている請求項 2 8 または請求項 2 9 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 3 1】 負荷要素を駆動する電動機と、前記電動機に交流電力を供給するインバータと、前記電動機の

発生するトルクと前記負荷要素の発生する負荷トルクとを一致させるように前記電動機の発生トルクを制御するトルク制御手段とを備えている電動機のトルク制御装置において、

所定の回転数以上では、トルク制御を実施しないようになっている電動機のトルク制御装置。

【請求項 3 2】 前記トルク制御手段のトルク制御を中止する場合には、前記制御調整率を時間に対して一定の割合でもって減少させてゆくことにより、トルク制御の効果を徐々に減少させるようになっている請求項 2 6 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 3 3】 負荷要素を駆動する電動機と、前記電動機に交流電力を供給するインバータと、前記電動機の発生するトルクと前記負荷要素の発生する負荷トルクとを一致させるように前記電動機の発生トルクを制御するトルク制御手段とを備えている電動機のトルク制御装置において、

前記インバータは、前記電動機の停止時には、所定の時間、前記インバータのブレーキ出力により停止トルクを掛けて停止時の振動を低減する機能を有する電動機のトルク制御装置。

【請求項 3 4】 前記電動機の電流を検出する電流センサを備えていて、

前記トルク制御装置は、前記インバータのブレーキ出力により停止トルクを掛ける時間を、検出された電流値の変動量に従って決定するようになっている請求項 3 3 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 3 5】 前記トルク制御装置は、検出された電流値の変動量が所定の値以下になると、前記インバータのブレーキ出力により停止トルクを掛けるのを終了するようになっている請求項 3 4 に記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 3 6】 前記電動機がブラシレス DC モータである請求項 1 ないし請求項 3 5 のいずれか 1 つに記載の電動機のトルク制御装置。

【請求項 3 7】 前記電動機の負荷要素がロータリ圧縮機である請求項 1 ないし請求項 3 5 のいずれか 1 つに記載の電動機のトルク制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧縮機、とくに負荷トルクの変動が大きい圧縮機を低振動、低騒音で運転することができる電動機のトルク制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、空気調和機では、地球環境保護の観点から消費電力を低減する必要性が大きくなっている。その中で、省電力の技術の一つとして、圧縮機の電動機を任意の周波数で駆動することができるインバータを用いた空気調和機が広く一般に使用されている。

【0003】しかし、圧縮機の効率が高い 1 ピストンの

ロータリ圧縮機をインバータにより駆動しようとした場合、とくにその低回転数域においては、振動、および騒音が増大して実用化が困難であった。図 13 に示すように、ロータリ圧縮機に加わる負荷トルクは、冷媒を吐出するタイミングで最大となるが、回転角度に応じて大きく変動し、それにより回転速度が大きく脈動し、振動および騒音を発生していた。さらに、その脈動は、回転数が低いほど増大し、それによる振動の振幅も増大するものであった。そのため、1ピストンのロータリ圧縮機をインバータにより駆動することは、とくに低回転数域での運転が難しく、能力制御範囲が狭くなり、インバータの省電力、低騒音の効果をj得るのが困難なものとなっていた。

【0004】これらの問題を解決するために、たとえば、特開平 1-133585 号公報に示されているように、ロータリ圧縮機の 1 回転の角度を複数に分割し、その分割された角度ごとの回転加速度を回転子加速度検出手段により検出し、回転加速度指令と回転加速度との偏差に基づいて電動機に与える電流指令を生成してトルク制御を行うことにより低振動化を実現していた。また、特公平 6-9439 号公報に示されているように、電動機の 1 回転当たりの負荷のパターンを記憶するトルクパターン記憶部を備え、電動機の回転角に応じて前記トルクパターン記憶部からデータを読み出し、読み出されたデータから電流指令を生成してトルク制御を行うことにより低振動化を実現していた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の電動機のトルク制御装置では、電動機を駆動する方法は前記電動機の誘起電圧を検出して駆動する方式であり、そのため前記電動機を 3 相それぞれ、電気角で 120 度通電することにより駆動していた。そのため、トルク制御を行ったときに発生する電流の脈動が、電気角で 60 度ごとに大きく変動し、そのため、それに起因する騒音、すなわちコギング成分の騒音がかなり大きくなっていた。

【0006】図 14 は、上記従来の方式でトルク制御して駆動したときの電流の一例を示す波形図である。図 15 は、そのときの圧縮機の円周方向の振動の一例を示す波形図である。図 14 および図 15 に示すように、電流はトルクの脈動に対応して大きく変動し、冷媒の吐出のタイミングで大きく流れる一方、吐出後はほとんどトルクを必要とせず、ほとんど電流が流れないように変動する。また、60 度ごとに転流が発生するため、電流の転流時の変動が大きくなっている。そのため、それに起因して発生する振動および騒音が非常に大きくなり、防振および防音のための装置が大型化するという問題があった。

【0007】また、従来の方式によりトルク制御して駆動した場合、制御が安定するまでに時間を要するため、起動時には振動および騒音が増大するという問題が

生じていた。また、駆動負荷の大きさが変化すると、インバータに供給される電源の電圧が大きく変動するため、インバータによる出力トルクが変動して制御を迅速に安定化させるのが困難であった。

【0008】さらに、1ピストンのロータリ圧縮機のようなトルク脈動の大きい負荷の場合、運転停止時には、その停止のタイミングによっては、圧縮機回転が大きく変動し、そのため、圧縮機、さらに空気調和機全体に大きな振動を与えていた。

【0009】さらに、従来の方式によりトルクを制御・駆動した場合、検出速度、加速度、速度差情報に高次のノイズ成分が入り、トルク制御の出力特性が不安定なものとなっていた。また、トルク制御の出力が調整できないので、常にトルク制御をフルに掛けるために、電流が多量となり、運転効率が悪化していた。さらに、運転全領域においてトルク制御を掛けていたため、高速の振動が比較的少ない領域においても運転効率が悪化していた。

【0010】本発明は上記の課題を解決するためになされたものであって、空気調和機の圧縮機を周波数可変で駆動して能力を制御する場合、高効率の圧縮機を、とくに低回転数域で運転しても振動や騒音レベルを低くすることができる電動機のトルク制御装置を提供することを目的としは解決すべき課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するためになされた本発明は、負荷要素を駆動する電動機と、電動機に交流電力を通電角度を 120 度より大きく 180 度以下で供給するインバータと、電動機が発生するトルクと負荷要素が発生する負荷トルクとを一致させるように電動機が発生トルクを制御するトルク制御手段とを備えた電動機のトルク制御装置を提供する。

【0012】上記電動機のトルク制御装置は、電動機の回転子の回転加速度を検出する回転子加速度検出手段と、検出された回転加速度と回転加速度指令との偏差に基づいて電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御する加速度制御手段とを備えていてもよい。

【0013】また、上記電動機のトルク制御装置は、電動機の回転子の回転速度を検出する回転子位置速度検出手段と、検出された回転速度と回転速度指令との偏差に基づいて電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御する速度制御手段とを備えていてもよい。

【0014】さらに、上記電動機のトルク制御装置は、電動機の回転子の回転角に対して相対する位置の回転速度の差を検出する速度差検出手段と、検出された速度差に基づいて電動機に与える電圧または電流を制御する速度差制御手段とを備えていてもよい。

【0015】これらにより、トルク脈動の大きい圧縮機などの負荷要素を駆動する場合でも、回転脈動を低減することができ、かつ正弦波に近い滑らかな電流波形によ

り駆動して低い騒音レベルを実現することができる。

【0016】なお、これらの電動機のトルク制御装置においては、加速度制御手段、速度制御手段または速度差制御手段が、それぞれ、検出された回転加速度、回転速度または速度差と、これらの指令値との偏差に基づいて、前記電動機に与える電圧または電流のいずれかを演算する制御量演算手段を電動機の回転子の所定の回転位置ごとに対応して複数個備えるとともに、任意の回転位置に対応する制御量を複数個の制御量演算手段の値の補間により求めるトルク指令補正量補間手段を備えていて

もよい。

【0017】また、これらの電動機のトルク制御装置は、インバータが電動機の電流を検出する電流センサを2個以上備えている場合は、インバータが出力する電圧値と電動機の実測値とから推定される電流推定値と、電流センサにより検出された電流値との偏差に基づいて電動機の回転子磁極位置を推定する回転子位置推定手段を備え、かつ推定された回転子磁極位置の情報に基づいて通電を制御する機能を備えているのが好ましい。

【0018】さらに、これらの電動機のトルク制御装置は、回転子加速度検出手段、回転子位置速度検出手段または速度差検出手段が電動機の電流を検出する電流センサを2個以上備えている場合は、インバータが出力する電圧値と電動機の実測値とから推定される電流推定値と、電流センサにより検出された電流値との偏差に基づいて電動機の回転加速度、回転速度または回転速度差を推定する機能を備えているのが好ましい。

【0019】また、本発明は、トルク制御手段が、1回転子の1回転中の各回転角度におけるインバータのトルク指令補正量を記憶するトルク補正量記憶手段を備え、かつ電動機の起動時には、トルク補正量記憶手段に記憶されたトルク指令補正量に基づいて電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御することによりトルク制御を行い、起動してから所定時間後には、検出された回転加速度、回転速度または回転速度差を用いてトルク制御を行う加速度制御手段、速度制御手段または速度差制御手段を備えている電動機のトルク制御装置を提供する。これにより、起動時から安定した低振動と低騒音を実現することができる。

【0020】また、本発明は、インバータの電源入力の電圧を検出する電源電圧検出手段を備え、検出された電源電圧の値に基づいて出力電圧に補正をかける機能を有するトルク制御手段を備えた電動機のトルク制御装置を提供する。これにより、電源が不安定な場合でも安定して低振動、低騒音を実現することができる。

【0021】また、本発明は、電動機の停止時には、電動機の回転子磁極の位置を所定の位置で通電を停止する機能を有し、さらにその停止位置を停止前の回転数またはトルクにより変化させるインバータを備えた電動機のトルク制御装置を提供する。なお、トルク制御手段は、

通電を停止する前記電動機の回転子磁極の位置を、停止前の該電動機の回転数により変化させるようになっていてもよい。また、インバータは、通電を停止する電動機の回転子磁極の位置を、停止前の電動機のトルクにより変化させるようになっていてもよい。

【0022】これにより、電動機の停止時には、電動機の回転子磁極の所定の位置で通電を停止させ、さらにその停止位置を、停止前の回転数またはトルクにより変化させることにより、停止時の低い振動を実現することができる。

【0023】これらの電動機のトルク制御装置は、出力する電圧または電流値が、回転角に対して隣接する他の制御量演算手段の出力値との差があらかじめ定められた所定の値以下になるように制限されるトルク制御手段を備えていてもよい。これにより、安定したトルク制御が実現できる。

【0024】これらの電動機のトルク制御装置は、トルク制御における加速度制御出力、速度制御出力または速度差制御出力のそれぞれに対して、そのトルク指令の上下限をインバータの電気容量等の値に設定するトルク制御手段を備えていてもよい。これにより、装置の保護を実現することができる。

【0025】また、電動機のトルク制御装置は、これらのトルク指令が制限される最小値および最大値の範囲が、与えられた所定の制御調整率により、あらかじめ与えられた最小値、最大値の範囲より制御調整率を掛けた範囲に調整制限される制御量調整手段を備えていてもよい。これにより、制御量の調整により必要な制御量に合ったトルク制御が実現される。

【0026】さらに、これらの電動機のトルク制御装置は、外部から制御調整率を入力する制御調整率入力手段を備えていてもよい。これにより、ユーザが省エネ重視の運転設定を選択できるような装置が実現される。

【0027】また、これらの電動機のトルク制御装置においては、インバータの出力電圧が最大値に達した場合、制御調整率を変更されてもよい。これにより、電圧飽和時の電圧波形の乱れ、不安定駆動を回避することができる。

【0028】さらに、これらの電動機のトルク制御装置においては、インバータの出力電圧が最大値に達した場合、制御調整率を所定の時間変化率で変更するようにしてもよい。これにより、制御調整率の変更時の切替衝撃を低減することができる。

【0029】また、これらの電動機のトルク制御装置においては、所定の回転数以上では、トルク制御を中止するようにしてもよい。これにより、運転効率の高いトルク制御が実現される。

【0030】さらに、これらの電動機のトルク制御装置は、トルク制御の中止時には、制御調整率を一定の割合でもって減少させていく機能を有していてもよい。これ

により、トルク制御中止時の衝撃を低減することができ
る。

【0031】また、これらの電動機のトルク制御装置
は、電動機の停止時には、電動機の回転出力を停止した
後、ブレーキ出力を行うインバータを備えていてもよ
い。これにより、停止時のさらなる低い振動が実現され
る。

【0032】さらに、これらの電動機のトルク制御装置
は、電動機停止時のブレーキ出力を行う時間を電流の変
動により決定する機能を有していてもよい。これによ
り、どのような負荷の場合でも、確実な低振動化が実現
される。

【0033】

【発明の実施の形態】本発明において、トルク制御手段
は、電動機の回転子の回転加速度または回転速度に対応
して電動機への通電を制御することにより回転脈動を低
減する。このとき、トルク制御手段は、脈動を抑制する
ために前記回転子の回転加速度をゼロに制御する。

【0034】実施の形態においては、電動機の相電流を
検出する2つの電流センサを備え、インバータ内に設け
た回転子位置速度検出手段が回転子速度検出手段として
機能し、前記2つの相電流から前記回転子の位置および
回転速度を検出する。トルク制御手段では、回転子加速
度検出手段により前記回転速度を微分して回転加速度を
検出し、加速度制御手段により加速度をゼロとするトル
ク指令補正量をインバータに出力するものとする。な
お、上記回転子位置速度検出手段は、インバータの出力
と電動機の特性値とから演算される出力電流と実際の電
流との差異に基づいて回転子の位置と速度とを検出す
る。また、脈動を低減するために、回転子速度を一定に
制御してもよいのはいうまでもない。

【0035】また、本発明において、トルク制御手段
は、起動直後には上記トルク指令補正量が得られないこ
とに対応して、起動時の脈動を抑制するのに必要と考え
られる所定のパターンを有するトルク指令補正量を用い
て起動時の脈動を抑制する。

【0036】実施の形態では、上記所定のトルク指令補
正量をトルク補正量記憶手段にあらかじめ記憶保持して
おき、起動時にはそのトルク指令補正量を読み出してトル
ク制御し、トルク制御が安定した所定時間後からは、
実際に検出される回転加速度または回転速度によるトル
ク制御に移行して脈動を抑制するものとする。

【0037】また、本発明において、トルク制御手段
は、本発明におけるトルク制御が脈動を抑制するために
電流変化が大きくなり、それが電源電圧の変化に反映さ
れてトルク制御が不確実になることに対応しており、電
源電圧の変化によりトルク制御を補正するものとする。
実施の形態では、電源電圧を電源電圧検出手段を設け、
検出した電源電圧をトルク制御手段に入力して電源電圧
の変化によるトルク変化を相殺するようにトルク指令を

補正するものとする。

【0038】また、本発明において、トルク制御手段
は、電動機の停止位置が停止時の逆回転振動に大きく影
響することに対応しており、電動機の停止時には、電動
機の回転子磁極の停止位置が上記振動の小さい位置とな
るように通電を停止させて振動を抑制する。また、上記
逆回転振動は、停止前の回転数やトルクの大きさに依存
することに対応して、停止前の回転数またはトルクによ
り停止位置を変えるように制御する。なお、実施の形態
では、たとえば停止前のトルクの大きさを相電流の大き
さにより検出するとするが、これに限定されるものでは
ない。

【0039】以下、本発明の具体的な実施の形態を説明
する。

(実施の形態1) 以下、本発明の実施の形態1にかかる
電動機のトルク制御装置について図面を参照しながら説
明する。図1は、実施の形態1にかかる電動機のトルク
制御装置の構成を示すブロック図である。図1におい
て、交流電源1からの入力を整流回路2で直流に整流さ
れた直流電圧は、インバータ3におけるスイッチング素
子5a～5fと環流ダイオード6a～6fとが対になっ
た回路により3相の交流電圧に変換され、それによりブ
ラシレスDCモータである圧縮機モータ4が駆動され
る。

【0040】インバータ3において、電流センサ7a～
7bにより検出された圧縮機モータ4の電流を用いて、
圧縮機モータ4の回転子磁極位置を推定検出する回転子
位置速度検出手段8により推定された回転子磁極位置の
情報に基づいて、正弦波駆動回路9が圧縮機モータ4を
駆動するためのドライブ信号をベースドライバ10に出
力し、ベースドライバ10は、そのドライブ信号に従っ
て、スイッチング素子5a～5fを駆動するための信号
を出力する。また、電流センサ7a～7bにより検出さ
れた圧縮機モータ4の電流を用いて、圧縮機モータ4の
回転子の速度を推定検出する回転子位置速度検出手段8
により推定された回転子の速度と、外部から与えられる
目標速度との偏差の情報から、正弦波駆動回路9は回転
子速度が目標速度となるように制御する。

【0041】トルク制御手段11において、回転子加速
度検出手段12は、回転子位置速度検出手段8が出力す
る回転子速度を微分することにより回転子加速度を演算
する。また、加速度制御手段13は、検出された回転子
加速度と目標加速度とから、加速度が目標加速度となる
ように制御するためのトルク指令を正弦波駆動回路9に
出力するとともに、起動時にはトルク補正量記憶手段14
に記憶されたトルク指令の補正量を正弦波駆動回路9
に出力したのち、所定時間後には目標加速度とするため
のトルク指令を出力する。また、加速度制御手段13
は、分圧抵抗15aと分圧抵抗15bとで分圧された信号
に基づいて電源電圧検出手段16が検出した電源電圧

の情報により、トルク指令に補正を加えて安定なトルク制御を実現している。

【0042】次に、回転子位置速度検出手段8の動作について、図面を参照しながら説明する。図2は、回転子位置速度検出手段8の構成および動作の一例を示すブロック図である。図2において、3相2相変換手段8aは、電流センサ7a～7bにより検出された電流 i_u と*

$$i_a = \sqrt{3/2} \times i_u$$

$$i_b = \sqrt{1/2} \times (i_v + 2 \times i_w) \quad \text{----- (1)}$$

$$\begin{bmatrix} i_\gamma \\ i_\delta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta) \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \end{bmatrix}$$

【0044】モータモデル電流演算手段8bは、モータ定数（R：抵抗、 L_d ：d軸インダクタンス、 L_q ：q軸インダクタンス、 T_s ：制御周期）、電流 i_δ 、 i_γ 、インバータ出力電圧 V_γ 、 V_δ 、推定速度 ω_M 、および推定逆起電圧 e_M の情報を用いて、ブラシレスDC※20

* 電流 i_v を、現在の回転子位置推定情報 θ を用いて式（1）により、現時刻 t のブラシレスDCモータの回転磁界の軸 δ 方向の電流 $i_\delta(t)$ と磁束の向きの軸 γ 方向の電流 $i_\gamma(t)$ とに変換する。

【0043】

【数1】

※モータのモデル式から式（2）により、制御周期 T_s における現時刻 t のモータ電流 $i_M\delta(t)$ および $i_M\gamma(t)$ を推定する。

【0045】

【数2】

$$\begin{bmatrix} i_{\gamma M}(t) \\ i_{\delta M}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \frac{R}{L_d} T_s & \omega_M \frac{L_q}{L_d} T_s \\ -\omega_M \frac{L_d}{L_q} T_s & 1 - \frac{R}{L_q} T_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\gamma(t-1) \\ i_\delta(t-1) \end{bmatrix} + \frac{T_s}{L_d L_q} \begin{bmatrix} L_q V_\gamma(t-1) \\ L_d V_\delta(t-1) \end{bmatrix} + \frac{T_s}{L_d L_q} e_M \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{----- (2)}$$

【0046】推定されたモータ電流 $i_M\delta(t)$ および $i_M\gamma(t)$ と、実際に検出された電流 $i_\delta(t)$ および $i_\gamma(t)$ とを用いて、モータモデル誤差が原因で発生したと考えられる電流誤差 $\Delta i_\delta(t)$ および $\Delta i_\gamma(t)$ が式 ★

★（3）により求められる。

【0047】

【数3】

$$\begin{bmatrix} \Delta i_\gamma(t) \\ \Delta i_\delta(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_\gamma(t) \\ i_\delta(t) \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} i_{\gamma M}(t) \\ i_{\delta M}(t) \end{bmatrix} \quad \text{----- (3)}$$

【0048】この電流誤差は、推定逆起電圧 e_M 、推定位置 θ 、および推定速度 ω_M に起因するため、この電流誤差の情報を用いれば、推定逆起電圧 e_M 、推定位置 θ および推定速度 ω_M を正確な値に修正することが可能である。逆起電圧推定手段8cは、式（4）により電流誤差★

☆ 差 Δi_δ とゲイン G_e とから修正演算により推定逆起電圧 e_M を推定する。

【0049】

【数4】

$$e_M(t) = e_M(t-1) - G_e \Delta i_\delta(t) \quad \text{----- (4)}$$

【0050】また、速度推定手段8dは、式（5）により推定逆起電圧 e_M 、逆起電圧係数 K_E 、電流誤差 Δi

γ 、制御周期 T_s 、および速度平均値 ω_{M0} とゲイン G_θ により推定速度 ω_M を推定する。

【0051】

* * 【数5】

$$\omega_M(t) = \frac{\theta_M(t)}{K_E} + \frac{G_e}{T_s} \cdot \text{sgn}(\omega_{M0}(t-1)) \cdot \Delta I_T(t) \quad (5)$$

【0052】また、位置推定手段8eは、式(6)により、制御周期 T_s 、推定速度 ω_M から推定位置 θ_M を推定する。この演算により、回転子の位置および速度が推定される。

【0053】

【数6】

$$\theta_M(t) = \theta_M(t-1) + T_s \cdot \omega_M(t) \quad (6)$$

【0054】次に、この実施の形態における正弦波駆動回路9の動作について図面を参照しながら説明する。図3は、正弦波駆動回路9の1つの実施の形態の構成と動作とを示すブロック図である。図3において、まず、3相2相変換手段8aは、推定された回転子位置 θ を用いて、電流センサ7a～7bにより検出された電流 i_u 、 i_v から式(1)により電流 i_δ と電流 i_γ に変換される。

※20 【数7】

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_r \\ V_s \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_u \\ V_v \\ V_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2/3} & 0 \\ -\sqrt{1/6} & \sqrt{1/2} \\ -\sqrt{1/6} & -\sqrt{1/2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \end{bmatrix} \quad (7)$$

【0057】さらに、電源電圧による補正を電源電圧補正手段9eにより行い、求められた3相出力電圧を実現するように、3相分の6つのスイッチング素子5a～5fのオンオフを決定するゲート信号がゲート信号発生手段9fにより演算され、ベースドライバ10へ出力される。

【0058】次に、この実施の形態におけるトルク制御手段11の一例の動作について説明する。図4は、圧縮機モータ4の回転角度に対する負荷トルク、速度、検出速度、検出加速度、およびトルク指令補正量の変化の一例を示す波形図である。先に説明したように、圧縮機、とくに1ピストンロータリ圧縮機の負荷トルクは、その回転角度により大きく変動する。このような負荷トルク変動がある場合、回転子の速度は、図に示したように、負荷トルクが大になると低下し、逆に負荷トルクが小さいときには増加するというように変動する。一方、加速度は、負荷トルクと正反対の形で負荷トルクが大きいときには、加速度が低下するというように変動する。いま、圧縮機の振動を低下させたいのであるから、負荷ト

※【0055】さらに、現在の速度と目標速度との偏差の情報から、速度を目標速度に追従するようにトルク指令が速度制御手段9aにより演算される。さらに、トルク制御手段11により演算されたトルク指令補正量が加算されたトルク指令に対し、現在の電流 i_δ の偏差から電流 δ PI制御手段9bにより、一般的なPI制御により出力指令を求め、 δ 軸方向の出力とする。一方、現在の電流 i_γ の偏差から電流 γ PI制御手段9cにより、一般的なPI制御により出力指令を求め、 γ 軸方向の出力とする。求められた2方向の出力 V_δ と V_γ から、出力波形が正弦波となるように3相の出力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が、推定された回転子の位置 θ を用いて一般的な2相3相変換手段9dにより式(7)により変換して求められる。

【0056】

ルクが必要な位置でインバータ3による出力トルクを最大にし、逆に負荷トルクが低い位置でインバータ3による出力トルクを低下させれば、トルクが釣り合って振動が低減される。

【0059】図5は、この実施の形態におけるトルク制御手段11の構成と動作を示すブロック図である。速度脈動を低減するのが目的であるので、速度変動を低減すればよいが、速度変動を低減するには、加速度成分を0にするようにトルクを制御すればよいことは明白である。そこで、まず、回転子加速度検出手段12は、回転子位置速度検出手段8により得られた速度を用いて、その値の変動を計算することにより回転子の加速度を演算する。さらに、目標である加速度0との偏差から加速度差を求める。トルク脈動は、回転子の回転に対してあるパターンを持つものであるので、制御も回転子の角度位置により切り替えることにより、制御遅れの影響を排除した制御が可能となる。

【0060】すなわち、加速度を制御するとき、回転子の所定の位置に対しては、その位置に対応した加速度を

用いて制御を実施しなければ、加速度制御の制御遅延により制御性能が悪化する。したがって、回転子の位置を複数の領域に分け、その領域ごとに加速度制御の演算を*

$$\text{tr}(n+1, i) = \text{tr}(n, i) - G_a \times a(i) \quad \dots \dots \dots (8)$$

ここで、 $\text{tr}(n, i)$: インバータトルク指令 (n : 回転目、 i : 回転子位置)

$a(i)$: 回転子加速度 (i : 回転子位置)

G_a : 制御ゲイン

ここでは、加速度制御を回転子角度位置に対して N 個の領域に分けて加速度制御 #1 手段 17 ないし加速度制御 # N 手段 18 において演算を行うこととする。さらに、実際の回転子角度は連続であるので、回転子角度位置に対する制御出力は、トルク指令補正量補間手段 19 により、 N 個の制御出力の補間値として出力される。

【0062】図 6 は、トルク指令補正量補間手段 19 の動作を示す特性図である。加速度制御 #1 手段 17 ないし加速度制御 # N 手段 18 により 1 回転中の N 個の制御出力が求められるが、回転子角度位置は連続量であるため、任意の位置に対するトルク指令補正量は、 N 個の制御出力の、たとえば線形補間により求められる。

【0063】なお、この実施の形態では、加速度を用いたトルク制御手段 11 の制御例について説明したが、速度について同様の制御を実施しても同様のトルク制御効果が得られることは明白である。

【0064】図 7 中のグラフ (1) およびグラフ (2) は、本発明の電動機のトルク制御装置により得られた制御結果の一例を示す波形図である。図 7 中のグラフ

(1) は、トルク制御を実施しない場合の圧縮機振動加速度、トルク指令、モータ電流、および検出回転子加速度の推移の一例を示す。このように、トルク指令一定とするトルク制御なしの場合には、圧縮機の負荷トルクの脈動の影響を受けて回転子加速度も変動し、それにより圧縮機の振動が大きくなっている。図 7 中のグラフ

(2) は、トルク制御を実施した場合の実験結果の一例を示す。このように、検出した回転子加速度に応じてトルク指令を操作することにより、圧縮機の負荷トルクの大きなところではモータ出力のトルク指令を増加させ、負荷トルクの小さなところではモータ出力のトルクを低下させることにより、振動レベルが低下している。

【0065】図 8 は、1 ピストンロータリ圧縮機の回転停止角度に対する最大逆回転速度の実験結果を示す。最大逆回転速度は停止時の衝撃の原因であり、この値が大きいほど停止時の振動が大きくなる。図 8 からわかるように、回転を停止する角度により停止時の振動は大きく変動する。このことから、所定の回転停止角度に制御できれば、停止時の振動レベルを少なくすることが可能である。また、この回転停止角度と最大逆回転速度との間の関係は、そのときの圧縮機負荷、圧縮機回転数により変化する。すなわち、圧縮機負荷が大きくなればなるほど、逆回転のエネルギーが大きくなる傾向にあるため、

* 実施することとする。演算は下記の式 (8) による。

【0061】

圧縮機負荷に対応して回転停止のタイミングを前後にずらす必要がある。同様に、圧縮機回転数の変動に対応して回転停止のタイミングをずらす必要がある。この実施の形態における正弦波駆動回路 9 は、電流 i_δ から圧縮機負荷トルクを推定し、圧縮機負荷トルクに応じて回転停止のタイミングを決定し、その運転環境に応じて振動が最小になるような停止位置を決定し、インバータ 3 の出力を停止する。

【0066】図 9 は、整流回路 2 の直流出力電圧、すなわちインバータ 3 への電源電圧の推移の一例を示す特性図である。トルク脈動が激しい圧縮機、たとえば 1 ピストンロータリ圧縮機のような負荷をインバータ 3 により駆動する場合、とくに、この実施の形態におけるトルク制御手段 11 のようにトルク制御を行う場合、圧縮機の 1 回転中でインバータ 3 による出力トルクが変動するために出力電流も回転に同期して変動し、さらに一般的な構成の整流回路 2 を用いた場合では、それに応じて出力電圧も脈動することとなる。そのため、この図 9 に示したように、電圧が最大 V_{\max} 、最小 V_{\min} の間で変動する。それに応じて出力トルクも影響を受けるため、トルク制御が収束するまでの時間が長くなるなどの問題が生じる。それに対してこの実施の形態では、電源電圧検出手段 16 により求められた電源電圧値を用いてインバータ 3 による出力トルクに補正をかけることにより、制御性能を向上させる。

【0067】すなわち、図 10 に示すフローチャートのようにより制御する。まず、ステップ S11 において、電源電圧検出手段 16 により電源電圧が検出される。次に、ステップ S12 において、正弦波駆動回路 9 における 2 相 3 相変換手段 9d により三相の出力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w が演算される。そして、ステップ S13 において、電源電圧補正手段 9e により PWM の通電率が、電源電圧 V_{in} と出力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w との比から求められる。さらに、ステップ S14 において、ゲート信号発生手段 9f により、求められた通電率に応じたゲート信号がベースドライバ 10 に出力される。

【0068】次に、トルク補正量記憶手段 14 を用いたトルク制御手段 11 の制御起動性能の向上機能について説明する。図 11 は、トルク制御の起動時と定常運転時の負荷トルクおよびトルク指令補正量の推移の一例を示す特性図である。定常運転中は、制御も安定し、負荷トルクに対してトルク指令補正量が制御されて、釣り合っていて安定している。しかし、起動時には、まだ制御が実行されていないため、トルク指令補正量は、制御がなされない状態、すなわちトルク指令補正量 0 の状態であり、制御が不成立であり、したがって、トルク脈動が激し

く、起動時の振動は過大となる。

【0069】それに対し、この実施の形態では、トルク補正量記憶手段14を備え、起動時には、あらかじめほぼ制御性能が保証されるような記憶されたトルク指令補正量に従って制御がなされるため、起動時から振動を低減することができる。

【0070】すなわち、図12に示すフローチャートのように、ステップS21で起動命令が確認されると、まず、ステップS22においてトルク指令補正量がトルク補正量記憶手段14からロードされる。次に、ステップS23において、加速度制御手段13により加速度制御の演算が開始された後、ステップS24において制御演算が安定するまでの一定時間が経過すれば、ステップS25において、加速度制御手段13により求められた加速度制御の出力に基づいてトルク指令が演算出力される。以上の手順により、起動時にもトルク制御性能を向上させている。

【0071】(実施の形態2)以下、本発明の実施の形態2を説明する。図16は、本発明の実施の形態2にかかる電動機のトルク制御装置のブロック構成図である。なお、説明の重複を避けるため、図16中において図1(実施の形態1)と共通の構成要素には、図1と同一の番号が付して、その説明を省略する。

【0072】実施の形態2では、トルク制御手段11内に設けられた回転子速度差検出手段20は、回転子位置*

$$tr(n+1, i) = tr(n, i) - Ga \times d(i-m) \cdots \cdots (9)$$

$tr(n, i)$: インバータトルク指令

(n : 回転目、 i : 回転子位置)

$d(i)$: 回転子速度差 (i : 回転子位置、 m : 制御量注入点)

Ga : 制御ゲイン

ここで、回転子速度差情報をフィードバックする点 m は、トルク指令から速度への伝達特性を考え、90度区間の速度平均化領域の中間より約90度前の位置に設定する。

【0076】図18は、回転子速度差検出手段20および速度差制御手段21の制御処理を表すブロック構成図である。ここでは、速度差制御を回転子角度位置に対して N 個の領域に分けて速度差制御#1手段23～速度差制御# N 手段24において演算を行う。さらに、制御量調整手段25により制御量が、制御のかけ具合を表す制御量調整率により調整された後、回転子の角度位置に対する制御出力は、トルク指令補正量補間手段19により、 N 個の制御出力の補間値として出力される。

【0077】図19は、速度差制御手段21における制御安定化のための平滑処理の原理を表す図である。回転子の回転角度位置に対して N 個の領域に分割された各速度差制御手段の出力する電圧または電流値は、回転角に対して隣接する他の速度差制御手段の出力値との差があらかじめ定められた所定の値以下になるように制限され

* 速度検出手段8から出力される回転子速度情報と回転子位置情報とから回転子速度差を演算する。そして、速度差制御手段21においては、回転子速度差検出手段20によって検出された回転子速度差の値から、速度差が0となるように制御するためのトルク指令値を演算して、これを正弦波駆動回路9に出力する。

【0073】また、制御調整率入力手段22は、外部より入力される制御調整率を速度差制御手段21に出力する。そして、速度差制御手段21は、入力された制御調整率によりトルク制御のかけ具合を調整する。

【0074】次に、本発明にかかる電動機のトルク制御装置における回転子速度差検出手段20および速度差制御手段21の動作原理について説明する。図17は、回転子速度差制御の動作の一例を表す概念図である。回転子速度差検出手段20は、回転子位置速度検出手段8により検出された速度情報を用いて、回転子の互いに相対する位置にある2つの90度区間の平均速度1および平均速度2を求める。これらの速度に差がある場合は、回転子の回転に変動があり、それにより振動が発生していることになるので、その速度差を低減するため、速度差情報をフィードバックして、電流指令値を調整する。調整の方法は、前記の例にて示した加速度制御の調整式と同様に、次の式(9)により演算される。

【0075】

る。このような平滑処理がない場合のトルク指令値の分布特性が図19中のグラフ(2)に表されている。また、平滑処理を実行した場合の特性が、図19中のグラフ(1)に表されている。図19から明らかなとおり、隣接する出力差を制限しない場合には、局所的なノイズなどにより制御が安定せず、制限した場合には、制御が安定する。

【0078】図20は、速度差制御手段21における制御量調整手段25の制御量調整の原理を表す図である。回転子の回転角度位置に対して N 個の領域に分割された各速度差制御手段の出力する電圧または電流値は、目標速度と速度との差により得られる平均トルク指令と加算されて、トルク指令として正弦波駆動回路9によりモータ4を駆動するための出力に変換される。その出力値は、その最小値、最大値の範囲内に入るように制限される。その最大値は、インバータ3内のスイッチング素子5a～5fの電流容量を超えないように設定されている。通常運転時には、この最小値、最大値の範囲内にトルク指令値が入るようにトルク指令補正量が調整されている。

【0079】装置の運転モードを切り替えた場合や、インバータの出力電圧が最大値に達した場合などに、トルク制御の効果を低減させたい場合には、制御調整率により制御効果を調整する。図20中のグラフ(2)に示す

ように、制御調整率が与えられた場合は、トルク指令の範囲が狭い範囲に制限される。そのトルク指令の範囲は、平均トルク指令を $m t$ 、トルク指令上限を $m a x$ *

$$\begin{aligned} & [m t - \min [m t \times t d e c, (m a x t - m t) \times t d e c] \\ & , m t + \min [m t \times t d e c, (m a x t - m t) \times t d e c]] \\ & \dots \dots \dots (10) \end{aligned}$$

ここで、 $\min []$ は、少ないほうの値の選択を表す。つまり、平均トルク指令を実現しつつ、トルク指令範囲が、スイッチング素子5a～5fにより決まる範囲に入る条件の下、トルク指令の変動幅を制御調整率分変更することにより、トルク制御の掛り具合を調整する。なお、図20中のグラフ(1)に示すように、制御調整率が設定されない場合は、トルク指令の範囲が非常に広がることになる。

【0081】図21は、トルク制御装置が空調機の圧縮機を駆動する装置である場合に、居住者がその空調機の運転モードを切り替えるための装置としての制御調整率入力手段22の一例である。居住者が、空調機の運転モードを快適から省エネモードに重点を置いた場合、その入力値に応じて制御調整率が減少させられ、それによりトルク制御のかかり方が、許容振動の範囲内で減少する。それにより、若干、室外機の振動は増加するが、許容範囲範囲内であるため問題はない。その時、トルク制御のトルク指令の範囲が狭くなるため、電流変動が少なくなり、省エネとなる。逆に、快適モードとした場合は、その逆である。

【0082】図22は、インバータ3の出力電圧が最大値に達した場合の、速度差制御手段21の動作を表す図である。圧縮機モータ4の負荷が増大し、インバータ出力電圧が最高値に達した場合、正弦波、またはそれに近い広角通電で駆動している場合には、電圧波形が乱れ駆動が不安定になるなどの影響がある。そのため、インバータ出力電圧を多大にするのは望ましくなく、所定の範囲に制限する必要がある。一方、トルク制御を実施する場合、トルク補正をかけるため、インバータ出力電圧が変動し、最大値に達し易くなる。

【0083】したがって、インバータ出力電圧が最大値に達した場合、まず、トルク制御の利き具合を制御調整率により調整して、インバータ出力電圧が過大になるのを抑えることができる。インバータ出力電圧が最大値に達した場合、この制御調整率を一定の時間率で低下させ、それによりインバータ出力電圧を低下させる。さらに、インバータ出力電圧が低下していった場合、トルク制御をさらにかけることができるため、制御調整率を増加させる。このようにして、トルク制御時の電圧飽和対策が実現される。

【0084】空調機の圧縮機を駆動するトルク制御装置の場合、圧縮機特性上、低回転数ほど振動が増大する傾向がある。その振動を低下させるためトルク制御を実施する必要があるが、トルク制御は、電流の変動を伴う

* t 、制御調整率を $t d e c$ とすれば、次の式(10)のようになる。

【0080】

ため運転効率を低下させてしまう。従って、振動が許容範囲にある場合には、トルク制御を停止した方が省エネの効果によりメリットがある。

【0085】図23は、トルク制御装置におけるトルク制御の実施方式について表した図である。所定の切替回転数、たとえば50 r. p. s. 以下では、振動を低減するためにトルク制御を実施し、それ以上では、省エネ性を考慮してトルク制御を実施する。

【0086】次に、トルク制御終了時の処理について説明する。トルク制御をいきなり遮断した場合、電動機の振動が急激に増加するため、衝撃が発生する。それを回避するためには、徐々にトルク制御の効果を低減していく必要がある。図24は、トルク制御の円滑停止方式について表した図である。通常運転時には、トルク指令は先に説明したように、スイッチング素子5a～5fの電流容量により規定される上下限値の範囲内に収まるように制御されている。トルク制御の停止指示が発生してから、制御調整率を時間に対して一定の割合で減少させていくことにより、制御量調整手段25においてトルク指令の値の範囲が徐々に狭められていき、トルク制御の効果が徐々に低減していく。さらに時間が経過し、制御調整率が0になると、トルク制御の効果がなくなり、平均トルク指令による一定出力のインバータ運転となる。

【0087】次に、トルク制御終了時の振動低減方法の一手法について説明する。上記にて説明したように、1ピストンロータリ圧縮機の回転停止時には振動が大となる。これに対して、所定の回転停止角度に制御し、停止時の振動レベルを少なくする方式は述べたが、さらに、停止時に、ブレーキ出力を行うことにより振動をさらに低減することができる。

【0088】図25は、停止時のロータの動きの一例を示した図である。運転時には、正弦波状の電流波形により回転駆動されているが、停止と共に回転のための通電が停止される。それと同時に、電動機に対し一定電圧を加えて、直流電流を流すことにより、ブレーキが掛けられる。ブレーキにより、停止時の振動は、急速に低減し、振動低減後に停止ブレーキを終了する。

【0089】図26は、停止時の電流波形の一例を示した図である。回転停止とともに、停止ブレーキが掛けられる。一方、電流は、ブレーキにより一定の電流と、ロータの振動により発生される振動電流成分により変動する。その変動が、一定の値以下になった場合、振動が収まったと判断して、停止ブレーキを終了する。これにより、どのような負荷のもとでも効果的に圧縮機振動を低

減することができる。

【0090】なお、以上の実施の形態では、電流センサ7a～7bをインバータ3の中に設けた場合について説明したが、回転子加速度検出手段12に備えてもよく、また、回転子位置速度検出手段8に備えたものとしてもよいことはいうまでもない。

【0091】また、以上の実施の形態におけるインバータ3およびトルク制御手段11は、専用のハード回路で実現しても、またマイクロコンピュータを利用したソフトウェアで実現してもよいことはいうまでもない。

【0092】

【発明の効果】以上のように本発明の電動機のトルク制御装置によれば、トルク脈動の大きい圧縮機などの負荷要素を駆動する場合でも、電動機の回転子の回転加速度または回転速度を検出し、それにより加速度または速度を制御することにより回転脈動を低減させるとともに、通電を電気角で120度より大きく180度以下で実施して、正弦波に近い滑らかな電流波形により低い騒音レベルも実現するものである。

【0093】さらに、電動機の回転子の回転角に対して相対する位置の回転速度の差を制御することにより、安定したトルク制御を正弦波に近い滑らかな電流波形により低い騒音レベルで実現するものである。

【0094】また、トルク制御手段は、起動時には、トルク補正量記憶手段に記憶されたトルク指令補正量に基づいて電動機に与える電圧または電流のいずれかを制御することにより、起動時から安定した低振動、低騒音が実現されるものである。

【0095】さらに、トルク制御手段は、電源電圧検出手段により検出されたインバータの電源入力電圧の値に基づいて出力電圧に補正をかけることにより電源が不安定でも安定して低振動、低騒音が実現されるものである。

【0096】加えて、電動機の停止時には、電動機の回転子磁極の所定の位置で通電を停止し、さらにその停止位置を、停止前の回転数またはトルクにより変化させることにより、停止時の低い振動が実現されるものである。

【0097】トルク制御における加速度制御出力、速度制御出力または速度差制御出力のそれぞれに対して、隣接するトルク指令の差に制限を持たせることにより、トルク制御動作が安定するものである。

【0098】また、トルク制御における加速度制御出力、速度制御出力、速度差制御出力、それぞれに対して、そのトルク指令の上下限をインバータの電気容量等の値に設定することにより、装置の保護を実現するものである。

【0099】さらに、トルク制御におけるトルク指令が、あらかじめ与えられた所定の最小値、最大値の範囲より制御調整率を掛けた範囲に調整制限されることによ

り、トルク制御の制御効果の調整が可能となるものである。

【0100】加えて、制御調整率入力手段により外部から制御調整率を入力することにより、ユーザが省エネ重視の運転設定を選択できるような装置が実現される。また、インバータの出力電圧が最大値に達した場合に、制御調整率を変更することにより、電圧飽和時の電圧波形の乱れ、不安定駆動を回避することができるものである。さらに、制御調整率を所定の時間変化率で変更することにより、制御調整率の変更時の切替衝撃を低減するものである。

【0101】振動の比較的低い高速領域におけるトルク制御を中止することにより、運転効率の高いトルク制御が実現される。さらに、トルク制御の中止時には、制御調整率を一定の割合でもって減少させていくことにより、トルク制御中止時の衝撃を低減するものである。

【0102】電動機の停止時には、電動機の回転出力を停止した後、ブレーキ出力を行うことにより、停止時のさらなる低振動、迅速な停止が実現されるものである。また、電動機停止時のブレーキ出力を行う時間を電流の変動により決定することにより、どのような負荷の場合でも、確実な低振動化が実現されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1にかかる電動機のトルク制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 実施の形態1における回転子位置速度検出手段の構成と動作とを示すブロック図である。

【図3】 実施の形態1における正弦波駆動回路の構成と動作を示すブロック図である。

【図4】 実施の形態1における圧縮機モータの回転角度に対する負荷トルク、速度、検出速度、検出加速度およびトルク指令補正量の変化の一例を表す図である。

【図5】 実施の形態1におけるトルク制御手段の構成と動作とを示すブロック図である。

【図6】 実施の形態1におけるトルク指令補正量補間手段の動作を示す特性図である。

【図7】 実施の形態1により得られた制御結果の一例を示す特性図である。

【図8】 1ピストンのロータリ圧縮機の回転停止角度に対する最大逆回転速度の実験結果の一例を示す特性図である。

【図9】 整流回路の直流出力電圧の推移の一例を示す特性図である。

【図10】 実施の形態1における電源電圧補正方法を示すフローチャートである。

【図11】 トルク制御の起動時および定常運転時の負荷トルクおよびトルク指令補正量の推移の一例を示す特性図である。

【図12】 実施の形態1におけるトルク補正量記憶手段を用いたトルク制御手段の制御起動性能向上機能の動

作を示すフローチャートである。

【図 13】 従来のロータリ圧縮機の負荷トルク変動の一例を示す特性図である。

【図 14】 従来のトルク制御装置におけるトルク制御駆動時の電流の一例を示す波形図である。

【図 15】 従来のトルク制御装置におけるトルク制御駆動時の圧縮機の円周方向の振動の一例を示す波形図である。

【図 16】 本発明の実施の形態 2 にかかる電動機のトルク制御装置のブロック構成図である。

【図 17】 実施の形態 2 における回転子速度差制御の動作を表す概念図である。

【図 18】 実施の形態 2 における回転子速度差検出手段および速度差制御手段の制御処理を表すブロック構成図である。

【図 19】 実施の形態 2 における速度差制御手段における制御安定化のための平滑処理の原理を表す図である。

【図 20】 実施の形態 2 における速度差制御手段における制御量調整手段の制御量調整の原理を表す図である。

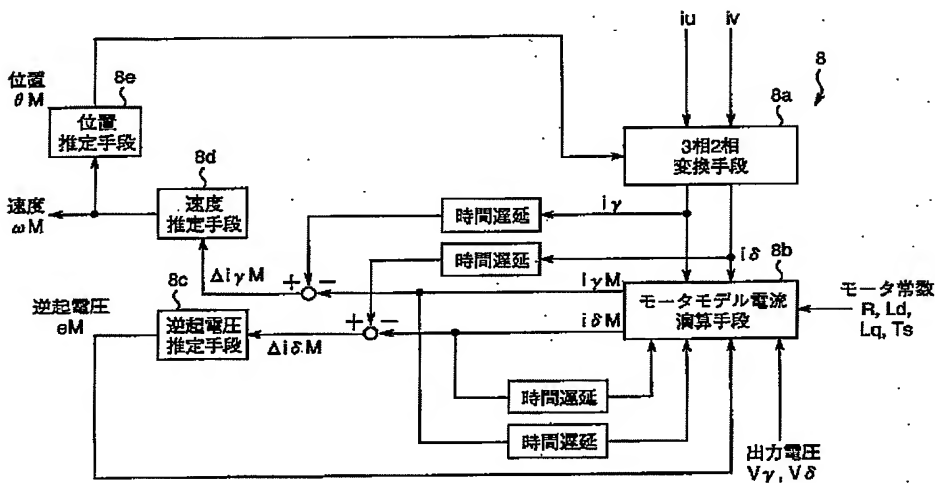
【図 21】 居住者が空調機の運転モードを切り替えるための、制御調整率入力手段の一例である。

【図 22】 インバータの出力電圧が最大値に達した場合の、速度差制御手段の動作を表す図である。

【図 23】 トルク制御装置におけるトルク制御の実施方式について表した図である。

*

【図 2】



* 【図 24】 トルク制御の円滑停止方式について表した図である。

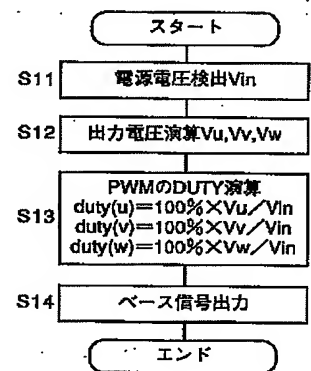
【図 25】 停止時のロータの動きの一例を示した図である。

【図 26】 停止時の電流波形の一例を示した図である。

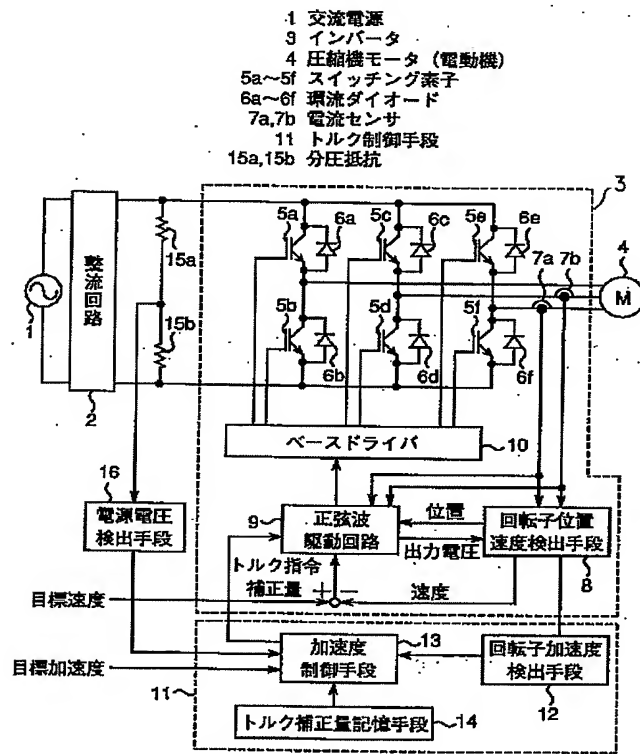
【符号の説明】

- 1 交流電源、 2 整流回路、 3 インバータ、 4 圧縮機モータ（電動機）、 5 a～5 f スイッチング素子、 6 a～6 f 環流ダイオード、 7 ベースドライバ、 7 a～7 b 電流センサ、 8 回転子位置速度検出手段（回転子速度検出手段）、 8 a 3相2相変換手段、 8 b モータモデル電流演算手段、 8 c 逆起電圧推定手段、 8 d 速度推定手段、 8 e 位置推定手段、 9 正弦波駆動回路、 9 a 速度制御手段、 9 b 電流 δ P I 制御手段、 9 c 電流 γ P I 制御手段、 9 d 2相3相変換手段、 9 e 電源電圧補正手段、 9 f ゲート信号発生手段、 10 ベースドライバ、 11 トルク制御手段、 12 回転子加速度検出手段、 13 加速度制御手段、 14 トルク補正量記憶手段、 15 a、15 b 分圧抵抗、 16 電源電圧検出手段、 17 加速度制御 #1 手段（制御量演算手段）、 18 加速度制御 #N 手段（制御量演算手段）、 19 トルク指令補正量補間手段、 20 回転子速度差検出手段、 21 速度差制御手段、 22 制御調整率入力手段。

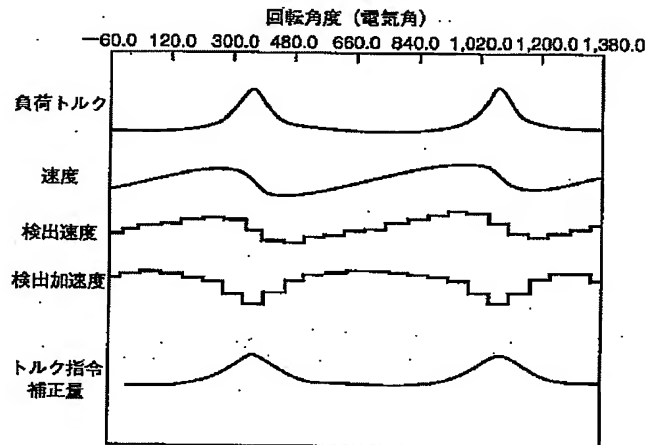
【図 10】



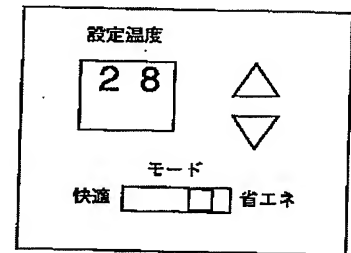
【図 1】



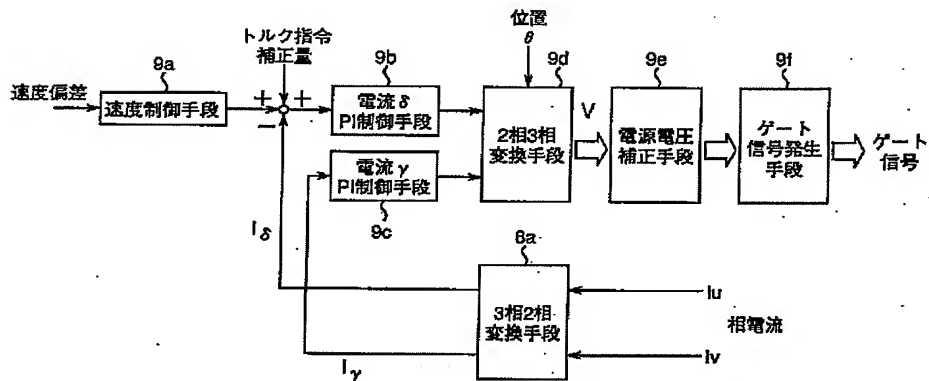
【図 4】



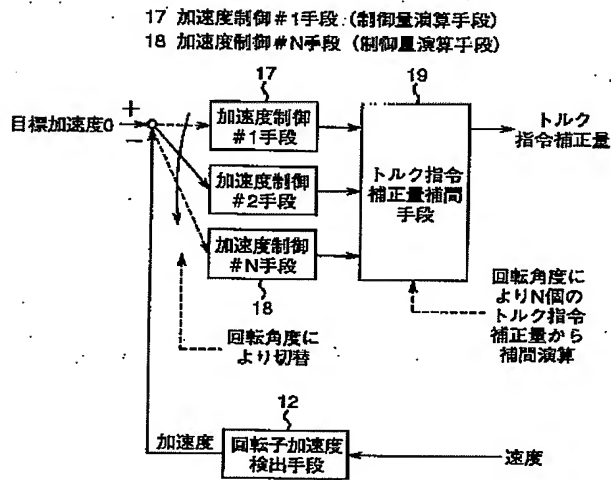
【図 2 1】



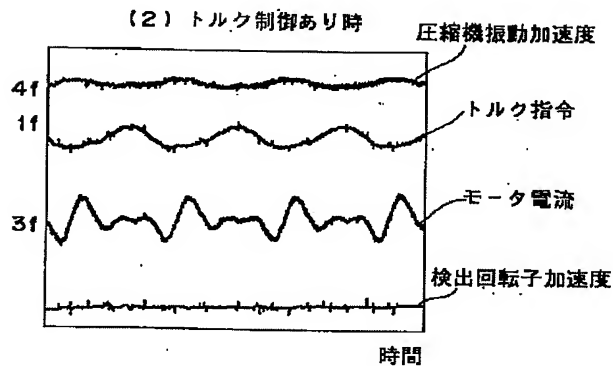
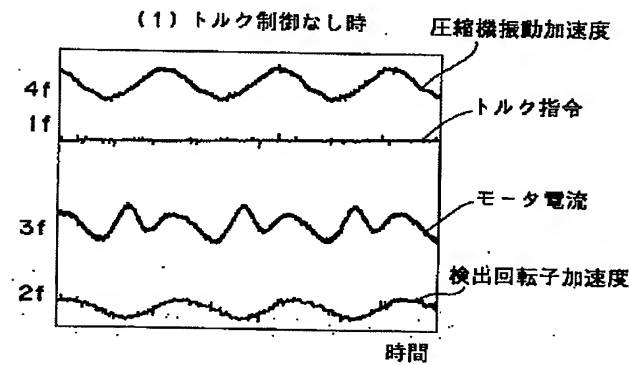
【図 3】



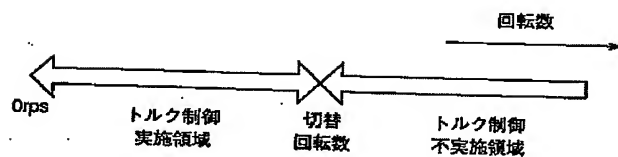
【図5】



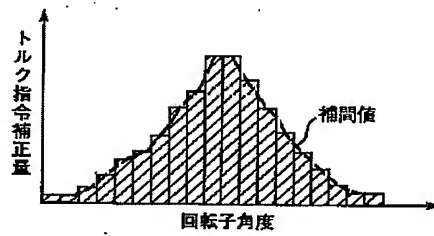
【図7】



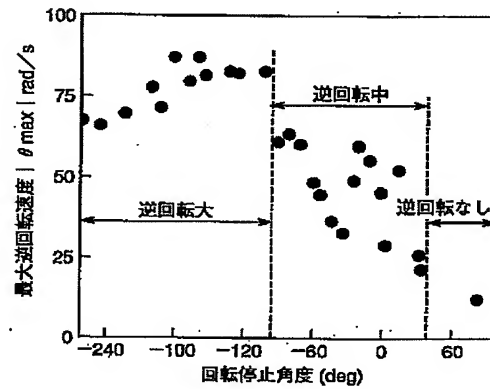
【図23】



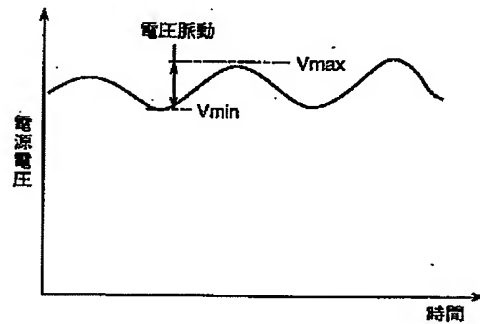
【図6】



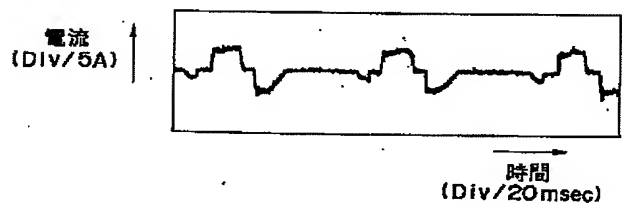
【図8】



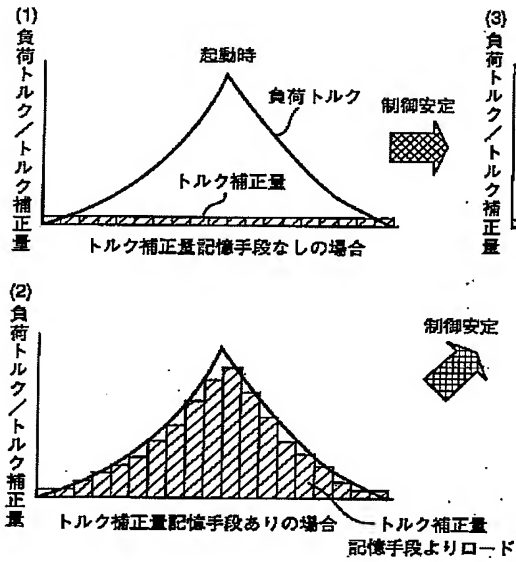
【図9】



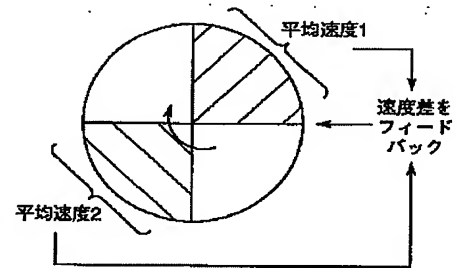
【図14】



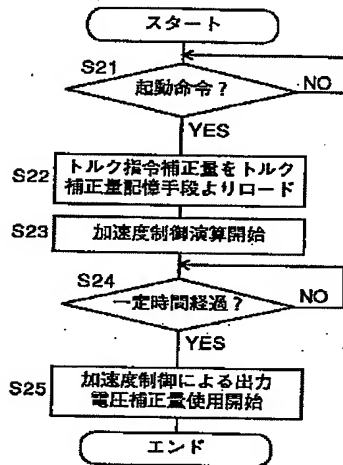
【図11】



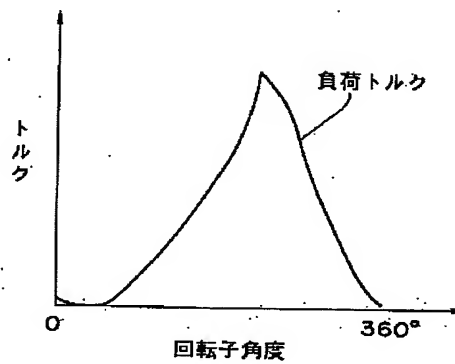
【図17】



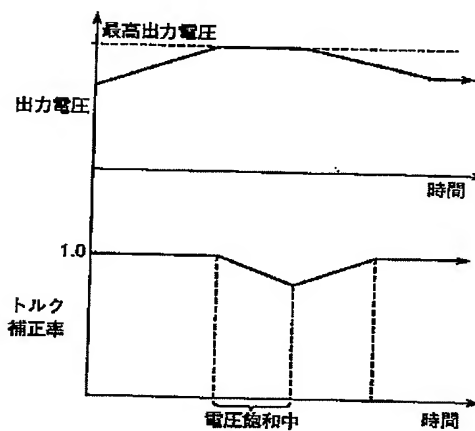
【図12】



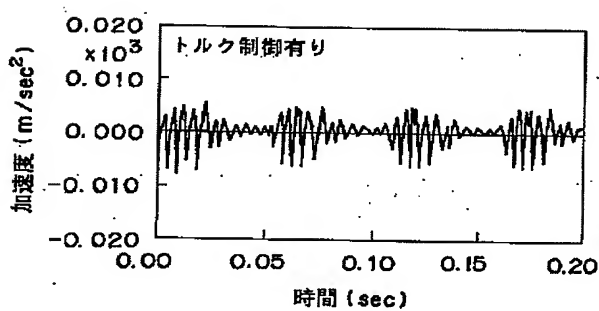
【図13】



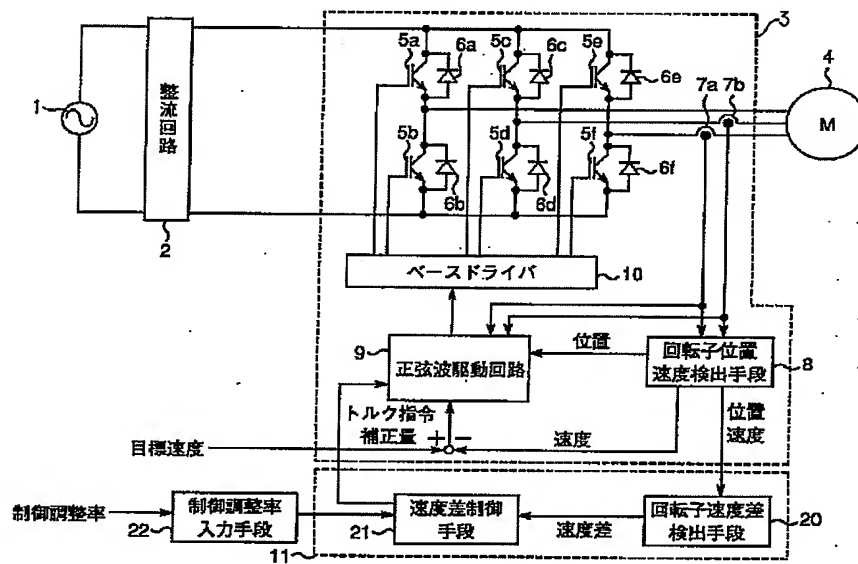
【図22】



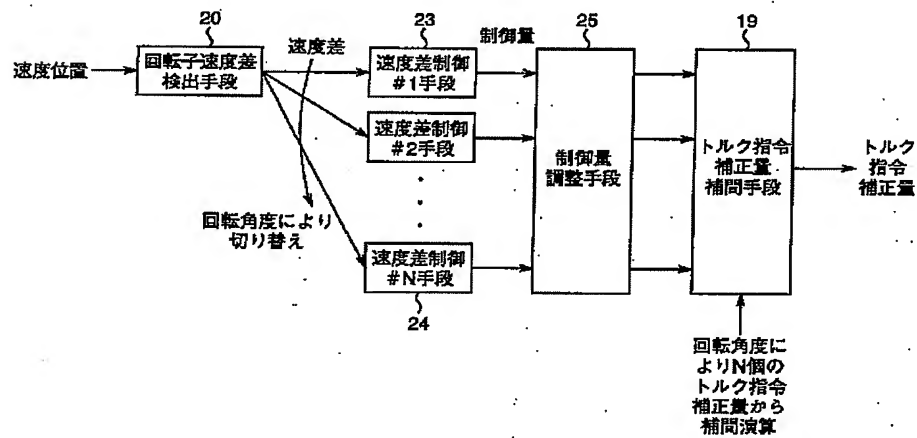
【図15】



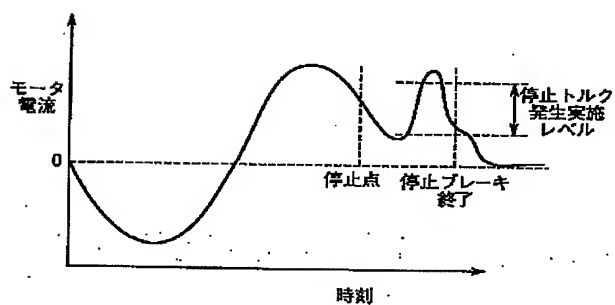
【図16】



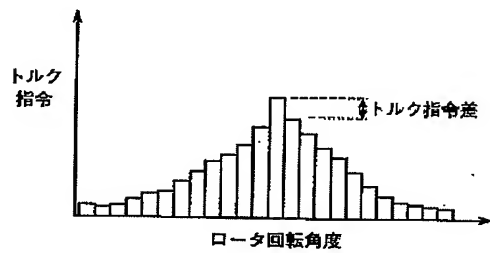
【図18】



【図26】

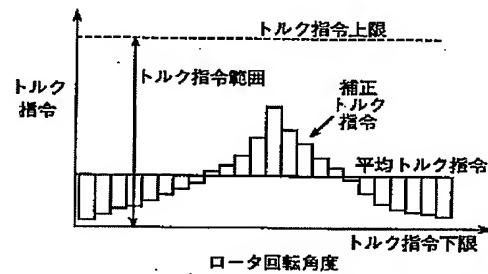


【図 19】

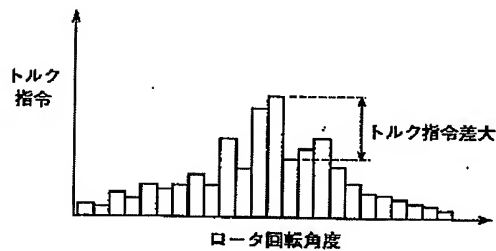


(1) 平滑処理あり時

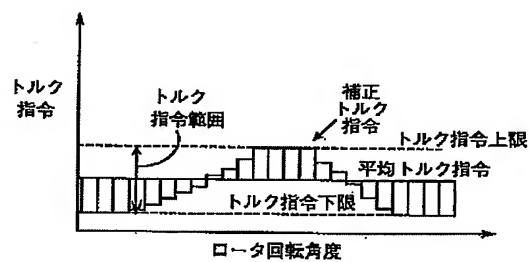
【図 20】



(1) 補正率設定なし

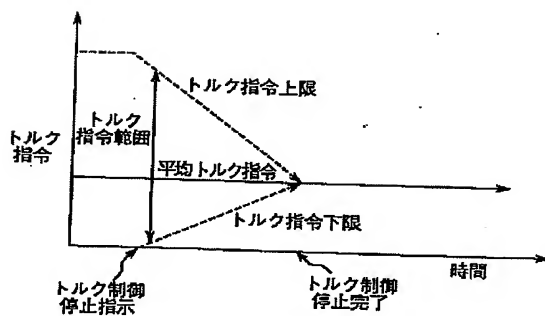


(2) 平滑処理なし時

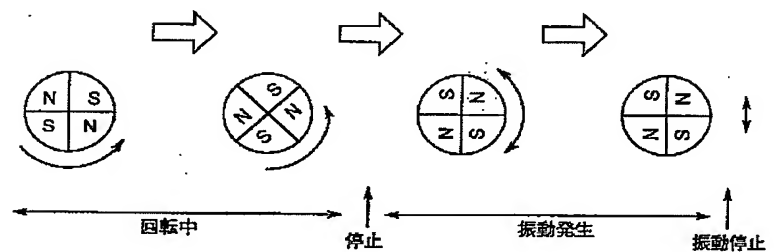


(2) 補正率設定あり

【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H 0 2 P 5/00
21/00
5/41
6/16
6/20
6/24

識別記号

3 0 3

F I

H 0 2 P 5/00
5/41
5/408
6/02

テーマコード (参考)

Q
3 0 3 Z
H
C
3 4 1 N
3 4 1 K
3 4 1 L

(72) 発明者 田澤 徹
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 東 光英
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内